

## Inhalt

### Mitteilungen der DGKK

Einladung zur gemeinsamen Jahrestagung in Köln .....	4
Einladung zur Jahreshauptversammlung 2005 .....	5
Nachruf auf Dr. Reiner Esselborn .....	6

### Aus den DGKK-Arbeitskreisen

Kinetik .....	6
Kristalle für Laser und NLO .....	7

### Aktuelles aus der Kristallzucht

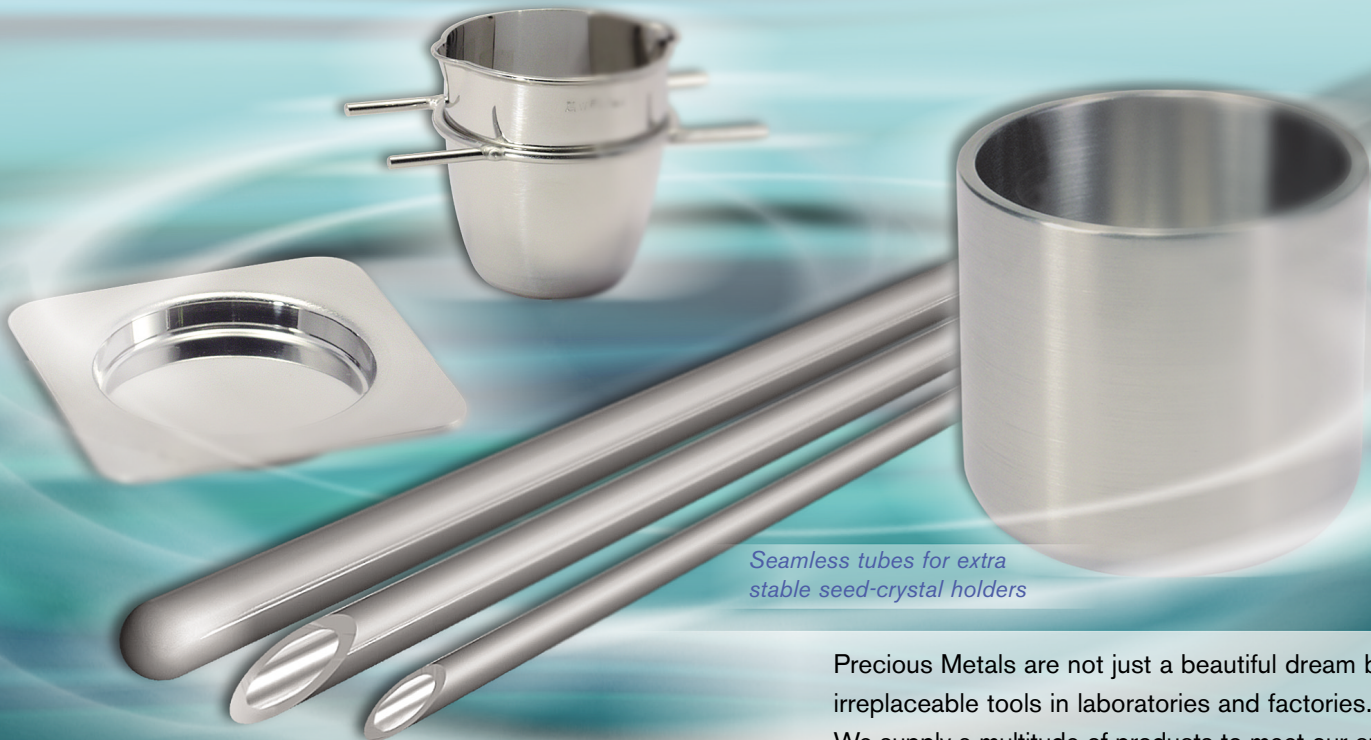
Implementierung von Magnetfeldmodellen in CrysVUn ...	9
Versetzungsstrukturen in InP-Einkristallen .....	10

### Tagungsberichte

Int. Kristallzuchtungslehre ISSCG-12 in Berlin .....	11
Int. Kristallzuchtungskonferenz ICCG-14 in Grenoble .....	18
Int. Konferenz XII-ICMOVPE in Lahaina, Hawaii .....	23
Termine und Ankündigungen .....	25
Inserenten des Hefts .....	27
Frühere Artikel .....	28

# Heraeus

## More than exciting dreams – Precious Metals



*Seamless tubes for extra  
stable seed-crystal holders*

Precious Metals are not just a beautiful dream but irreplaceable tools in laboratories and factories. We supply a multitude of products to meet our customers' requirements – seamless tubes in all dimensions, coiled tubes, thermocouple thimbles and tailor-made parts.



**Heraeus: 150 years of  
precious metals expertise.**

**W. C. Heraeus GmbH & Co. KG**

Engineered Materials Division

Business Unit Precious Metals Technology

Heraeusstr. 12 – 14

63450 Hanau, Germany

Phone +49 (0) 61 81 / 35 - 37 40

Fax +49 (0) 61 81 / 35 - 86 20

E-mail: [precious-metals-technology@heraeus.com](mailto:precious-metals-technology@heraeus.com)

[www.wc-heraeus.com/precious-metals-technology](http://www.wc-heraeus.com/precious-metals-technology)

**W. C. Heraeus**

## Zum Titelbild



Das Titelbild zeigt am Institut für Kristallzüchtung (IKZ) in Berlin hergestellte Kristalle, die nach der Czochralski-Methode gezüchtet wurden.

Stehend:  $\text{La}_5\text{Ga}_3\text{SiO}_{14}$ ,  $\text{Tb}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ ,  $\text{Ce:Y}_2\text{SiO}_5$ ,  $\text{Ce:Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ ,  
 $\text{Nd:NaGd}(\text{WO}_4)_2$ ,  $\text{Bi}_{12}\text{Si}_{20}$

Liegend:  $\text{Cr:LiSrAlF}_6$  (vorne),  $\text{LiNbO}_3$  (Durchmesser 2", hinten)

Ansprechpartner: Dr. Reinhard Uecker, Tel.: 030-6392-3021,  
uecker@ikz-berlin.de

## Editorial

Liebe Kollegen,

Bei jeder Ausgabe dieses Mitteilungsblatts berichten wir gerne über besondere Züchtungserfolge aus dem Kreise der DGKK-Kollegen.

Eines der herausragenden „Züchtungsprojekte“ dieses Jahres war unstrittig die internationale Sommerschule ISSCG-12 in der ersten Augustwoche in Berlin, deren Organisation viele Kollegen, vor allem die des Instituts für Kristallzüchtung stark in Atem hielt. Es war dies das erste Mal seit Bestehen der IOCG, daß diese große Partnerveranstaltung der internationalen Kristallzüchtungskonferenzen ICCGnn auf deutschem Boden stattfand. Nach übereinstimmender Meinung der befragten Teilnehmer ist den beteiligten Wissenschaftlern dieses Projekt sehr gut gelungen. Berichte hierzu finden Sie in diesem Heft und die Erinnerungsfotos zu dieser Tagung zieren den „centerfold“-Platz.

Es ist zu erwähnen, daß im Rahmen der Vorbereitung der Sommerschule ein sehr lesenswertes und von den Schulungsteilnehmern gelobtes Begleitbuch entstanden ist, dessen Auflage hoffentlich noch nicht vergriffen ist. Den Editoren Georg Müller, Jean-Jacques Métois und Peter Rudolph einen herzlichen Glückwunsch.

Starke Auswirkungen für viele DGKK-Kollegen hatte natürlich auch die große Konferenz ICCG-14 in Grenoble als Gemeinschaftsveranstaltung von GFCC und DGKK. Es gab bei uns wahrscheinlich kaum eine Kristallzüchtungsgruppe, in die nicht wenigstens einige der insgesamt über 1000 Konferenzbeiträge zum Referieren „hineingespült“ wurden. Im Heft finden Sie abgedruckt als Tagungsrückblick das „Editors preface“ zum entsprechenden Proceedings-Band. Neben den direkt tagungsbezogenen Informationen finde ich bemerkenswert und aus der Seele sprechend, was die hier verantwortlichen Editoren Jacques Villain, Michael Heuken und Thierry Duffar zur Thematik Publikationen und deren Evaluierung schreiben. Einen sehr schönen und detaillierten Bericht zur ICCG-14 gibt es auch vom Empfänger des DGKK-Forschungspreises, Bernhard Birkmann aus Erlangen.

Den Erlanger Kristallzüchtern, seien sie nun der Universität oder dem Fraunhofer Institut IISB zuzuordnen, ist zu danken,

daß sie immer wieder an unsere Gemeinschaft denken, wenn sie auf berichtenswertes zur Kristallzüchtung stoßen. Diesmal hat mir Herr Friedrich zwei interessante Kurzberichte über Studienarbeiten zur Kristallzüchtung übermittelt, die von den Studenten Johannes Kastl und André Trepper am Erlanger Kristall-Labor angefertigt wurden.

Vor kurzem erreichte uns die Nachricht vom Tod von Herrn Dr. Esselborn, einem Gründungsmitglied der DGKK. Hierzu gibt es in diesem Heft einen Nachruf von Herrn Dr. Klein aus Darmstadt.

Das bevorstehende Jahr 2005 beschäftigt uns schon über die kommende Jahrestagung in Köln, die als Gemeinschaftsveranstaltung dreier Verbände, unserer DGKK, der DGK und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften wieder eine relativ große Sache wird. Sie finden bei uns Informationen zur Tagung und die Einladung zur dort stattfindenden Mitgliederversammlung.

Ich wünsche Ihnen schöne Feiertage und einen guten Rutsch in ein hoffentlich erfolgreiches Jahr 2005.

Ihr Franz Ritter

## Notizen des Vorsitzenden

Liebe DGKK Mitglieder

Wir blicken auf ein arbeits- und erfolgreiches Jahr 2004 zurück. Da die Fortschritte in unserer wissenschaftlichen Disziplin des Kristallwachstums und der Kristallzüchtung schnell und auf internationaler Ebene ablaufen haben wir als DGKK uns der Unterstützung dieses Prozesses verschrieben. Uns ist es gelungen 2004 zu einem herausragenden Jahr zu machen.

Die Organisation und Durchführung der ICCG-14/ICVGE-12 in Grenoble und der ISSCG-12 in Berlin stellen sicherlich internationale Höhepunkte dar. Die wissenschaftlichen Diskussionen, der Erfahrungsaustausch und die persönlichen Kontakte waren intensiv und nützlich. So macht Wissenschaft Spaß und so verstehe ich den Sinn der DGKK.

Gemäß unserer Satzung und der Aufforderung unserer Mitglieder bei den letzten Hauptversammlungen versuchen wir als DGKK junge Wissenschaftler zu unterstützen. Unsere Initiative zur Ausschreibung einer Förderung von Arbeitsgruppen an Schulen (Bearbeitung von Fragestellungen zur Herstellung und Charakterisierung von modernen Materialien mit kristalliner Struktur) ist erfolgreich abgelaufen. 3 Schulen wurden mit einem Preisgeld von je 2500€ gefördert. Da die Projekte erst vor kurzer Zeit angelaufen sind, werden wir sicherlich später Einzelheiten zu der Durchführung und den Ergebnissen erfahren. Auch der DGKK Nachwuchspreis erfreut sich reger Beachtung. Über eine weitere Vergabe wird der Vorstand entscheiden. Weitere Nominierungen sind noch möglich.

Unsere Jahrestagung im März 2005 in Köln wird sicherlich zur Verbreitung des Interesses an Kristallen und der damit verbundenen Wissenschaft beitragen. Die Organisation läuft auf Hochtouren, und wir werden sicherlich aktuelle und spannende Beiträge erleben können.

Ich wünsche allen Mitgliedern Frohe Weihnachten und ein gutes und erfolgreiches Jahr 2005.

Für den Vorstand

Prof. Dr. Michael Heuken

## MITTEILUNGEN DER DGKK



### Einladung zur gemeinsamen Jahrestagung

- der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie e.V. (DGK),
- der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e.V. (DGKK),
- des Nationalkomitees für Kristallographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

vom 28. Februar bis 04. März 2005

in den Gebäuden der Chemischen Institute der Universität zu Köln.

### Organisation:

#### Universität zu Köln:

P. Becker, L. Bohatý, M. Braden, G. Meyer, M. Mühlberg, K. Niefind,  
U. Ruschewitz, D. Schomburg

#### Universität Wien:

E. Tillmanns

#### Technische Universität Wien:

F. Kubel

#### Veranstalter:

Universität zu Köln  
Institut für Anorganische Chemie  
Institut für Biochemie  
Institut für Kristallographie  
II. Physikalisches Institut

#### Sekretariat:

Institut für Kristallographie, Zülpicher Str. 49 b, D-50674 Köln  
Tel.: 0221-470 3194, Fax: 0221-470 4963  
E-mail: kristall2005@uni-koeln.de

Wissenschaftliche Beiträge wurden zu allen Bereichen der Kristallographie und der Kristallisation akzeptiert, so daß man ein breites Themenspektrum erwarten darf.

Die Tagung wird in Mikrosymposien gegliedert, die arbeitskreisübergreifenden Themen gewidmet sind, die zusammen mit den Arbeitskreissprechern gestaltet werden.

Über die Programmstruktur informiert die Tagungs-Homepage.

Die Abstracts werden in einem Supplement zur Zeitschrift für Kristallographie veröffentlicht.

Wegen der Größe der Tagung (drei beteiligte Verbände) lag die Deadline für die Einreichung der Beiträge auch nach der Verschiebung auf den 1. Dezember recht früh und ist zum Erscheinungsdatum dieses MB bereits verstrichen.

**Die Anmeldung zur Tagungsteilnahme, auch zu ermäßigtem Beitrag, ist natürlich noch möglich.**

### Anmeldung und Information:

[www.kristall2005.uni-koeln.de](http://www.kristall2005.uni-koeln.de)

### Tagungsgebühren:

	Alle Beträge in EURO	
	vor 08.01.2005	ab 08.01.2005
<b>nur DGK/ÖAW (28.02.-03.03. 05)</b>		
Mitglieder	75	100
Nichtmitglieder	100	125
Studenten/Doktoranden	45	70
<b>nur DGKK (02.03.-04.03. 05)</b>		
Mitglieder	65	90
Nichtmitglieder	75	100
Studenten/Doktoranden	40	65
<b>gesamte Tagung (28.02.-04.03. 05)</b>		
Mitglieder (DGK oder/und DGKK)	90	115
Nichtmitglieder	120	145
Studenten/Doktoranden	60	85
Begleitpersonen	30	55

Im Tagungsbeitrag sind die Kosten für den Gesellschaftsabend (inklusive Abendessen, exklusive Getränke) enthalten.

Nach Anmeldung wird eine Rechnung entsprechend den obigen Tagungsgebühren zugeschickt.

Bitte überweisen Sie den Betrag nach Erhalt der Rechnung.

Die Tagungsorganisation wird unterstützt von der GDCh.

**An alle Mitglieder**

Schriftführerin  
Dr. Anke Lüdge  
Institut für Kristallzüchtung  
Max-Born-Str.2  
D-12489 Berlin  
Telefon (030) 6392 3076  
Telefax (030) 6392 3003  
EMAIL luedge@ikz-berlin.de

**02.12.2004**

**Jahreshauptversammlung 2005 in Köln**

Liebe Mitglieder,

der Vorstand lädt Sie herzlich zur Jahreshauptversammlung 2005 ein, die anlässlich der gemeinsamen Jahrestagung der DGKK, DGK und ÖAW in Köln stattfindet.

Zeit: Donnerstag, 03.März 2005, 18:30

Ort: in den Gebäuden der Chemischen Institute der Universität zu Köln, Greinstr. 6

weitere Informationen : <http://www.kristall2005.uni-koeln.de>

**Vorläufige Tagesordnung:**

1. Begrüßung und Feststellung der Beschlussfähigkeit
2. Bericht des Vorsitzenden
3. Bericht des Schriftführers
4. Bericht des Schatzmeisters und der Rechnungsprüfer
5. Entlastung des Vorstandes
6. Wahl des Vorstandes für die Zeit vom 1.1.2006 - 31.12.2007
7. Diskussionen über Tagungen und Symposien:
  - DGKK Jahrestagung 2006
  - DGKK Jahrestagung 2007
  - DGKK Jahrestagung 2008
8. Abschließende Diskussion und Beschluss über die Jahrestagung 2006
9. Diskussion über DGKK - Arbeitskreise
10. Verschiedenes

Anträge auf Erweiterung der Tagesordnung sind dem Vorstand rechtzeitig mitzuteilen. Siehe hierzu IV § 12 und VII §§ 6 und 7 der Satzung.

Wir möchten Sie bitten, Ihre Teilnahme an der Jahreshauptversammlung 2005 möglich zu machen.

Mit freundlichen Grüßen



Anke Lüdge  
Schriftführerin DGKK

## Nachruf auf Dr. Reiner Esselborn

Am 27. Oktober 2004 verstarb im Alter von 77 Jahren das Gründungsmitglied der DGKK, der Chemiker Dr. Reiner Esselborn.

Geboren am 9. März 1927 in Freiburg im Breisgau besuchte er hier die Grundschule und die Realschule. Es folgte eine Zeit als Luftwaffenhelfer, Reichsarbeitsdienst und schließlich Wehrdienst, der in amerikanischer Kriegsgefangenschaft endete. Aus dieser wurde er bereits im August 1945 nach Hause entlassen und konnte im folgenden Jahr sein Abitur am Kepler-Gymnasium in Freiburg ablegen.

Im Wintersemester 1946/47 wurde er an der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg im Breisgau in der naturwissenschaftlich-mathematischen Fakultät für das Fach Chemie immatrikuliert und legte im Wintersemester 1950/51 die Diplomchemiker-Hauptprüfung ab. Von da an beschäftigte er sich unter der Leitung von Prof. Dr. G. Brauer mit seiner Dissertation, die er mit der „Studie über Nitride und Oxonitride des Niobs“ im Jahre 1958 erfolgreich abschloß

Im selben Jahr trat er in die Firma Merck in Darmstadt ein, der er bis zu seiner Pensionierung im Jahre 1989 treu blieb. Zunächst als Leiter des Zentrallaboratoriums für Anorganische Chemie wurde er 1984 zum Mitglied der Spartenleitung Pigmente und Kosmetikwirkstoffe sowie zum Leiter der Forschung Pigmente und Kosmetikwirkstoffe ernannt.

Seine Fachkompetenz auf letzterem Gebiet belegen eine Unzahl von Patenten auf dem Gebiet der Perlglanzpigmente, das sind mit Metalloxiden beschichtete Glimmerschuppen, wobei die Schichten aus TiO<sub>2</sub> (Rutil), SnO<sub>2</sub>, Silikaten, Eisen-, Chrom-, Aluminium- oder Zirkonoxiden etc. bestehen können. Aus der Zeit der Anorganischen Entwicklungsabteilung stammen richtungsweisende Arbeiten über hochreine Chemikalien für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete, z.B. „Patinal“-Aufdampfchemikalien für die Optik oder „Prozesschemikalien“ für die Halbleiterindustrie.

Die von Reiner Esselborn initiierten Entwicklungen führten bei Merck zu Geschäftsfeldern, die noch heute wirksam sind.

Der Bezug zur DGKK ergab sich durch die Forderung, Ausgangsmaterialien für die Kristallzüchtung mit gezielter, anwendungstechnisch nachgeprüfter Reinheit zur Verfügung zu stellen. Die dazu im Hause gemachten Kristallzüchtungserfahrungen führten zur Idee, auch bei Merck kommerziell Kristalle zu produzieren und später zur Übernahme der Fa. Korth in Kiel. Leider ist diese „Ehe“ später geschieden worden.

Um Reiner Esselborn trauern nicht nur seine Familie und seine Kollegen und Mitarbeiter, sondern auch eine große Gemeinde von Tennisfreunden, denen er sowohl im Verein als auch im Verband als ehrenamtlicher Funktionär viel gegeben hat. Er war sowohl menschlich als auch fachlich ein vorbildlicher Vorgesetzter, stets selbst kreativ förderte er diese Eigenschaft auch bei seinen Mitarbeitern, immer loyal und ohne Falsch. Es werden viele noch lange dankbar an ihn denken.

H. Klein

## BERICHTE UND MITTEILUNGEN AUS DEN DGKK-ARBEITSKREISEN

### AK Kinetik

#### Ankündigung zum

#### 6. Kinetikseminar 2005 in Köln

am Donnerstag, 03. März 2005 im Rahmen der Jahrestagung der DGK, DGKK und NKK-ÖAW

Liebe Interessenten des Kinetikseminars der DGKK,

das 6. Seminar unseres Arbeitskreises Kinetik wird 2005 im Rahmen der

Gemeinsamen Jahrestagung der

- Deutschen Gesellschaft fuer Kristallographie e.V., der
- Deutschen Gesellschaft fuer Kristallwachstum und Kristallzüchtung sowie dem
- Nationalkomitee fuer Kristallographie der Oesterreichischen Akademie der Wissenschaften

stattfinden, und entsprechend der Vereinbarung auf dem 5. Kinetikseminar 2004 in Jena gemeinsam mit dem DGK AK "Grenzflaechen" veranstaltet.

Leiter dieses AK ist

#### Prof. Guntram Jordan

Institut fuer Geologie, Mineralogie und Geophysik

Ruhr-Universitaet Bochum

44780 Bochum, Germany

Tel.: ++49 (0)234 322 4375

Fax. ++49 (0)234 321 4433

Während der Jahrestagung, die von Mo, 28. Februar bis zum Fr., 4. März dauert, ist der Donnerstag, 3. März den Fragestellungen unseres Arbeitskreises gewidmet.

Die Teilnahme am Arbeitskreis-Seminar erfordert daher mindestens die Anmeldung zum DGKK-Teil der gemeinsamen Jahrestagung, der die 2. Hälfte der Tagungswoche einnimmt.

Die Anmeldung erfolgt daher über die WEB-site der Jahrestagung:

**<http://www.kristall2005.uni-koeln.de>**

der Sie auch den jeweils aktuellen Informationstand zur Tagung entnehmen koennen.

Wegen der Einbettung in die relativ große Tagung mit drei beteiligten Verbänden war auch für unser Seminar die recht frühe Deadline 1. Dezember für das Einreichen von Beiträgen maßgeblich, die jetzt natürlich schon abgelaufen ist.

Eventuell noch sinnvoll ist die Erinnerung, daß bei AK-relevanten Beitragsanmeldungen die Zusendung einer Kopie von Vortragstitel und Koautorenliste an Frau Professor H. Emmerich oder Prof. P. Rudolph (Adressen, siehe unten) erbeten wird.

Wie immer wuerden wir uns ueber eine rege Teilnahme und ein interessantes wissenschaftliches Programm, resultierend aus Ihren Beiträgen, sehr freuen.

Prof. Dr. Peter Rudolph

**Prof. Dr. Heike Emmerich**

RWTH Aachen  
Institute of Minerals Engineering  
Computational Materials Engineering  
Mauerstrasse 5  
D-52064 Aachen  
Tel.: ++49 (0)241 80 98331  
Fax.: ++49 (0)241 80 92271  
E-mail: [emmerich@ghi.rwth-aachen.de](mailto:emmerich@ghi.rwth-aachen.de)  
WWW: <http://www.ghi.rwth-aachen.de>

**Prof. Dr. Peter Rudolph**

Institute for Crystal Growth  
Max-Born-Str. 2  
D-12489 Berlin, Germany  
Tel.: ++49 (0)30 6392 3034  
Fax: ++49 (0)30 6392 3003  
Email: [rudolph@ikz-berlin.de](mailto:rudolph@ikz-berlin.de)  
WWW: <http://www.ikz-berlin.de>

## AK Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik

### Arbeitskreistreffen am 23. und 24. September 2004 im Schloss Rauischholzhausen bei Marburg

Bericht von **Manfred Mühlberg, Universität zu Köln**

Die diesjährige Tagung des Arbeitskreises **Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik** fand am 23. und 24. September 2004 "auf" Schloss Rauischholzhausen bei Marburg statt.

Herr Prof. Schwabe hatte dieses "erlesene Anwesen" vorgeschlagen, das die Universität Giessen als Tagungs- und Konferenzstätte nutzt. Er hat auch die Tagung hervorragend vorbereitet und geleitet.

Erfreulich war auch, dass wieder 20 Teilnehmer zur Tagung kamen. Wie immer, fand eine sehr konstruktive Diskussion zu den Vorträgen statt. In einer kleinen Abendveranstaltung berichtete Prof. Tolksdorf mit einem Dia-Vortrag von internationalen und nationalen Konferenzen der 70er und 80er Jahre.

Der Tagungsort für das nächste Jahr steht noch nicht endgültig fest, doch hat das FEE in Idar-Oberstein seine Bereitschaft erklärt, die Tagung 2005 zu organisieren.

Die Teilnehmer im Überblick:

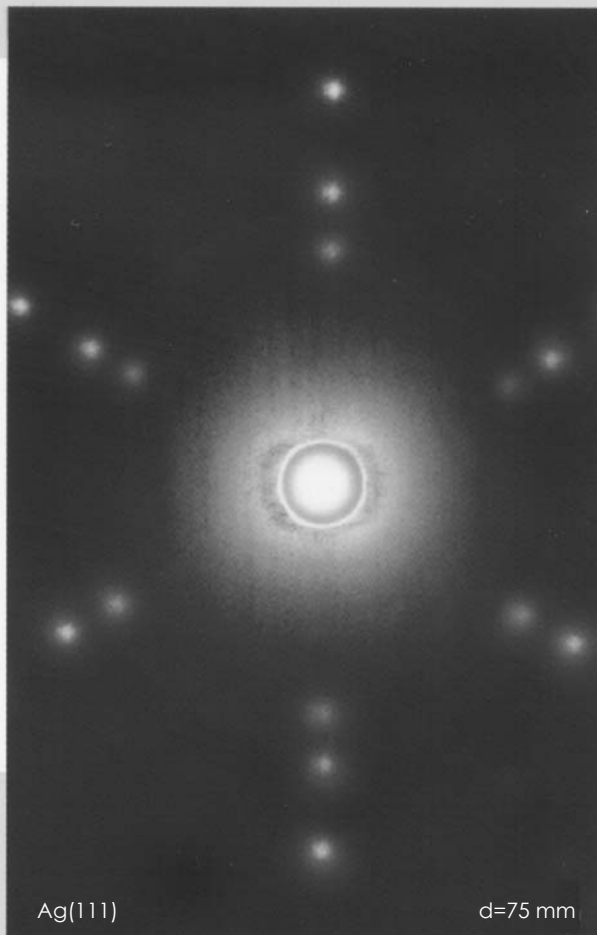
K. Petermann (Uni Hamburg), R. Bertram, St. Ganschow, M. Rabe, P. Reiche, A. Tauchert, H. Wilke (IKZ Berlin), S. Podlojenov, (Uni Osnabrück), M. Mühlberg, B. Ullrich (Uni Köln), D. Schwabe, (Uni Giessen), R. Martin, G. Wehrhan (Schott Lithotec Jena), Gh. Ardelean (Fraunhofer IISB Erlangen), L. Ackermann, K. Dupré, D. Rytz (FEE Idar-Oberstein), R.-U. Barz (LMU München), A. Samtleben (Uni Bern) und W. Tolksdorf (Ranstadt).

## Material-Technologie & Kristalle GmbH für Forschung, Entwicklung und Produktion

- ▲ **Kristallzüchtungen von Metallen und deren Legierungen**
- ▲ **Kristallpräparation (Formgebung, Polieren und Orientieren)**
- ▲ **Reinstmaterialien (99,9 – 99,99999 %)**
- ▲ **Substrate (SrTiO<sub>3</sub>, MgO, YSZ, NdGaO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etc.)**
- ▲ **Wafer (Si, Ge, ZnTe, GaAs und andere HL)**
- ▲ **Sputtertargets**
- ▲ **Auftragsforschung für Werkstoffe und Kristalle**



Im Langenbroich 20  
D-52428 Jülich  
Tel.: 02461/9352-0, Fax – 11  
e-mail: [service@mateck.de](mailto:service@mateck.de)  
<http://www.mateck.de>  
(inkl. Online-Katalog)



Folgende Vorträge wurden auf der Arbeitstagung gehalten.

Donnerstag, 23.09.2004

14:00 Uhr M. Burianek, M. Mühlberg, B. Ulrich (Uni Köln),  
R. Uecker (IKZ)  
„Kristallzüchtung und Charakterisierung einiger  
Bi-reicher Bismutborate und -phosphate“

14:40 UhrK. Petermann (Uni Hamburg)  
„Mixed garnet laser crystals  
for water vapour detection“

16:30 Uhr R. Bertram, P. Reiche, M. Brützam,  
R. Uecker (IKZ Berlin)  
„Analyse von  $Ti:Al_2O_3$ -Kristallen“

17:10 Uhr R.-U. Barz (Uni München)  
„Züchtung von Galliumphosphat-Einkristallen  
aus dem Flux“

19:30 Uhr W. Tolksdorf „Erinnerungen“

Freitag, 24.09.2004

8:30 Uhr S. Ganschow, H. Wilke (IKZ Berlin)  
„Zur Segregation bei der Micro-Pulling-Down-  
Züchtung von Olivin“

9:10 Uhr K. Petermann (Uni Hamburg)  
„Highly Yb-doped oxides for thin-disc lasers“

9:50 Uhr G. Ardelean, J. Fainberg, J. Friedrich,  
G. Mueller (Uni Erlangen)  
„New Ray Tracing method for Thermal Radiation  
in Optical Materials“

11:00 Uhr T.A. Samtleben, J. Hulliger (Uni Bern)  
LiSAF & LiCAF: Synthese und VGF-Züchtung  
von Laserwirmaterialien

11:40 Uhr Y.-M. Lu, D. Schwabe (JLU Gießen)  
„Thermokapillar-solutokapillare Konvektion vor  
der Kristallwachstumsfront; Konzept und erste  
Studien“

Alle Mitglieder des Arbeitskreises möchten ganz herzlich Prof.  
D. Schwabe für die Vorbereitung und Organisation der Tagung  
danken.



**Herrn Schwabe gelang die Auswahl eines besonders schönen Tagungsortes.  
Auch nach den Mienen der Tagungsteilnehmer ließ es sich dort gut aushalten.**



## AKTUELLES ZUR KRISTALLZÜCHTUNG - Beiträge aus der Hochschule -

### Implementierung von Modellen zur Beschreibung des Einflusses von stationären Magnetfeldern auf Konvektionsvorgänge in das Softwarepaket CrysVUn

Johannes Kastl, Student des Chemie- und Bioingenieurwesens an der Universität Erlangen – Nürnberg, hat sich in seiner Studienarbeit am Erlanger Kristalllabor mit der Implementierung und Validierung von Modellen zur Beschreibung des Einflusses von stationären Magnetfeldern auf Konvektionsvorgänge in das Softwarepaket CrysVUn beschäftigt.

Die Magnetfeldmodelle basieren auf den sogenannten MHD-Näherungen, welche bereits seit einigen Jahren erfolgreich zur Modellierung von Kristallzuchtungsprozessen unter dem Einfluss von Magnetfeldern verwendet werden. Bei der systematischen Validierung der Magnetfeldgleichungen, sowie deren Kopplung mit den Navier–Stokes–Gleichungen, konnte die fehlerfreie Implementierung des Modells aufgezeigt werden. Dabei wurden sowohl einfache analytische Grenzfälle, als auch Ergebnisse für reale Kristall-zuchtungsanlagen aus der Literatur verwendet.

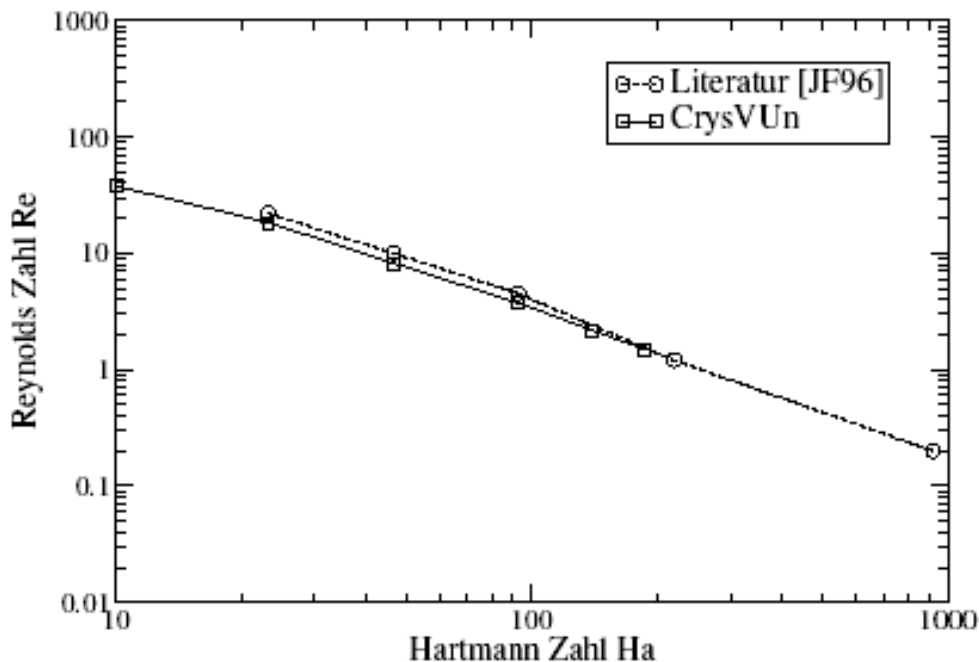
Durch die Implementierung des Modells in die aktuelle CrysVUn-Version konnte die Funktionalität des Programms um diesen für die Kristallzuchtung wichtigen Aspekt erweitert werden. Die Modellparameter sind vollständig in die Benutzeroberfläche von CrysVUn integriert, so dass eine einfache Verwendung des Modells gewährleistet ist. Somit beinhaltet CrysVUn nun eine Vielzahl von Modellen für unterschiedliche Magnetfeldkonfigurationen. Dadurch erschließen sich neue Einsatzmöglichkeiten für die Anwendung von CrysVUn zur globalen Simulation von Kristallzuchtungsprozessen.

Eine typische Anwendung ist die Simulation von Si-Kristallzuchtungsprozessen nach dem Czochralski-Verfahren unter dem Einfluss stationärer Magnetfelder. Denkbar sind auch numerische Untersuchungen mit Kombinationen von unterschiedlichen Magnetfeldtypen. Durch die dämpfende Wirkung der stationären Magnetfelder könnten die sekundären Strömungen bei der Erstarrung von AlSi-Legierungen unter dem Einfluss von rotierenden Magnetfeldern reduziert werden. Diese Möglichkeit soll im Rahmen des Europäischen Verbundprojektes MICAST durch numerische Studien mit der entwickelten Software untersucht werden.

Abbildung: Vergleich von CrysVUn Ergebnissen mit dem von Johannes Kastl implementierten Magnetfeldmodell mit Literaturdaten für die Dämpfung der normierten Strömungsgeschwindigkeit  $Re$  mit zunehmender normierter Magnetfeldstärke  $Ha$  für eine Germaniumschmelze unter typischen VGF-Bedingungen

#### Ansprechpartner:

Dr. Marc Hainke  
Telefon 0 91 31 /761-233  
marc.hainke@iisb.fraunhofer.de  
www.kristalllabor.de



Vergleich von CrysVUn - Ergebnissen mit dem von Johannes Kastl implementierten Magnetfeldmodell mit Literaturdaten für die Dämpfung der normierten Strömungsgeschwindigkeit  $Re$  mit zunehmender normierter Magnetfeldstärke  $Ha$  für eine Germaniumschmelze unter typischen VGF-Bedingungen.

## Untersuchung von Versetzungsstrukturen in Indiumphosphid-Einkristallen mithilfe der Röntgentopographie und Ätzverfahren

André Trepper, Student der Werkstoffwissenschaften, hat sich in seiner Studienarbeit mit der Untersuchung von Versetzungsstrukturen in einem n-dotierten 2" InP-Einkristall, der nach dem vertikalen Gradient-Freeze- (VGF) Verfahren mit einem VGF-Keim gezüchtet wurde, beschäftigt.

Zunächst wurde die laterale und axiale Verteilung der mittlere Versetzungsdichte durch Ätzverfahren bestimmt. Ausgehend von dem Keim mit einer mittleren Versetzungsdichte von ca.  $1000 \text{ cm}^{-2}$  steigt die mittlere Versetzungsdichte an der Ankeimstelle sprunghaft auf  $5500 \text{ cm}^{-2}$  an. Im weiteren Wachstumsverlauf geht sie auf Werte kleiner  $1800 \text{ cm}^{-2}$  zurück und es werden versetzungsfreie Bereiche sichtbar. Die laterale Verteilung zeigt eine deutliche Anhäufung von Versetzungen im Zentrum und an den  $\langle 100 \rangle$ -Polen.

Um Aussagen über ihre Entstehung treffen zu können wurden die Versetzungen klassifiziert. Dazu wurden Röntgentopogramme von axialen Längsschnitten des Kristalls an der European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) in Grenoble gemacht.

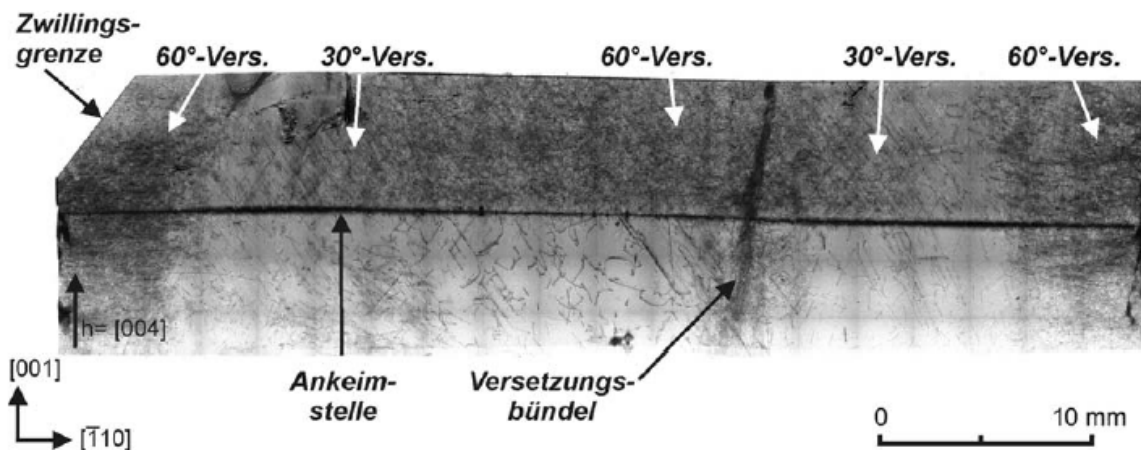
Es konnten zum einen  $60^\circ$ -Versetzungen nachgewiesen werden. Sie entstehen durch thermische Spannungen an der Ankeimstelle, bevorzugt an den  $\langle 100 \rangle$ -Polen. Des weiteren wurden  $30^\circ$ -Versetzungen gefunden, die aufgrund einer Gitterfehlpassung, bedingt durch einen Konzentrationsunterschied des Dotierstoffs in Keim und Kristall, generiert werden. Die  $30^\circ$ -Versetzungen haben aber nur einen geringen Anteil an der mittleren Versetzungsdichte. Vereinzelt konnten auch Schraubenversetzungen nachgewiesen werden.

Der Rückgang der mittleren Versetzungsdichte ist nur im geringen Maße durch das Auswachsen der Versetzungen bedingt, hauptsächlich annihilieren sich die Versetzungen gegenseitig. Die Gitterhärtung durch den Dotierstoff verhindert zudem die Neubildung von thermisch induzierten Versetzungen im oberen Teil des Kristalls.

Die Studienarbeit wurde betreut von Prof. Dr. Dr. hc. G. Müller und Dipl. Min. P. Schwesig. Herr Trepper wurde während seines Aufenthalts am ESRF in Grenoble von Herrn Dr. J. Härtwig unterstützt. Dafür vielen herzlichen Dank.

### Ansprechpartner:

Dr. Jochen Friedrich  
Telefon 0 91 31 /7 61-3 44  
jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de  
www.kristallabor.de



Röntgentopogramm des untersuchten n-dotierten InP-Kristalls

## TAGUNGSBERICHTE

### 12. Internationale Sommerschule für Kristallzüchtung (ISSCG-12)

vom 01. bis 07. August 2004 in Berlin

Liebe Mitglieder/-innen der DGKK,

es folgt der offizielle Bericht zur ISSCG-12. Insgesamt kann die Schule als ein großer Erfolg für die DGKK eingeschätzt werden. Sie alle persönlich haben mit Ihren Beiträgen einen wesentlichen Anteil daran. Mit Hilfe der Fördersumme der DGKK konnten acht Nachwuchswissenschaftler aus Deutschland unterstützt und zahlreiche hervorragende Lehrer aus aller Welt eingeladen werden. Dafür möchten sich die Organisatoren der Schule recht herzlich bedanken.

Peter Rudolph



# ISSCG-12

## The Twelfth International Summer School on Crystal Growth

August 1 - 7, 2004 in Berlin

jointly organized by



groupe  
français de  
croissance  
cristalline



Deutsche Gesellschaft  
für Kristallzüchtung  
und Kristallwachstum

under the auspices of

International Organization of Crystal Growth

## FINAL REPORT

### 1. Name, date and place of the meeting:

„The Twelfth International Summer School on Crystal Growth (ISSCG-12)“

01 - 07 August 2004 in Berlin (Germany)

School location: Seminar and Meeting Centre „Akademie Berlin-Schmoeckwitz“

The school was held in conjunction with the 14<sup>th</sup> International Conference on Crystal Growth (ICCG-14) held from August 09 - 13, 2004 in Grenoble (France)

### 2. Organizers and auspices:

The ISSCG-12 was jointly organized by the „Deutsche Gesellschaft für Kristallzüchtung und Kristallwachstum (DGKK)“ and „Groupe Français de Croissance Cristalline (GFCC)“ under the auspices of the „International Organization of Crystal Growth (IOCG)“.

The Institute for Crystal Growth in Berlin (IKZ) was responsible for the local organization.

### 3. Chairmanship and Organizing Committee:

#### The ISSCG-12 was chaired by

-Prof. Georg Müller, University Erlangen-Nürnberg (Germany)

-Prof. Jean-Jaques Metois, University Marseille (France)

-Prof. Peter Rudolph, IKZ Berlin (Germany).

#### The organization was assisted by

U. Rehse (coordinator), S. Bergmann, T. Boeck, K. Böttcher,

A. Lüdge, D. Schulz, J. Warneke from IKZ Berlin, and

J. Friedrich from Fraunhofer Institute IISB Erlangen.

### 4. Promoters and Sponsors:

#### The following societies and corporations contributed to the ISSCG-12:

Deutsche Gesellschaft für Kristallzüchtung und Kristallwachstum (DGKK), European Space Agency (ESA), Institute for Crystal Growth (IKZ) Berlin, IUCr International Union of Crystallography (IUCr) represented by the Commission on Crystal Growth and Characterization of Materials, International Conference on Crystal Growth (ICCG-14), Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Deutsche Gesellschaft fuer Kristallographie (DGK), Crystal Growth Laboratory of the FhG IISB Erlangen, WISTA Management GmbH Berlin-Adlershof, Internationale Weiterbildung und Entwicklung GmbH (InWent).

#### The following companies sponsored ISSCG-12:

Kistler Instrumente AG, ECM Infra Fours Physitherm Grenoble, Schunk Kohlenstofftechnik GmbH, Linn High Therm GmbH, Aixtron AG, W.C.Heraeus GmbH & Co. KG, Netzsch-Geraetebau GmbH, Auteam Industrieelektronik GmbH, CGS Crystal Growth Systems GmbH, A.W. Staehli AG, Freiburger Compound Materials GmbH, GTT Technologies, Huettinger Elektronik GmbH & Co. KG, Korth Kristalle GmbH, Saint-Gobain Diamantwerkzeuge GmbH & Co. KG, Steremat Elektrowaerme GmbH, Siltronic AG, Crystal GmbH, CrysTec GmbH, FEE For-schungsinstitut für mineralische und metallische Werkstoffe – Edelsteine / Edelmetalle GmbH, Röntec GmbH, Asi Industries AG, PV Silicon Forschungs- und Produktions AG, MaTeck GmbH.

**5. Technical Program:**

<p><b>Saturday, July 31</b>  <b>“For interested participants”</b>  15:00 - 17:00 Guided tour through the Institute of Crystal Growth</p> <p><b>Sunday, August 01</b>  <b>“The day of traveling and introduction”</b>  14:00 - 18:30 <i>Lectures:</i>  Introduction into crystal growth (Fornari)  Crystal growth techniques (Müller)  Introduction into growth kinetics (Metois)  Introduction into crystal defects (Rudolph)  19:00 Welcome party</p> <p><b>Monday, August 02</b>  <b>“The day of fundamentals”</b>  08:30 - 13:00 <i>Lectures:</i>  Thermodynamics of epitaxial processes (Stringfellow)  Actual concepts of interface kinetics (Jackson)  Theory of crystal growth morphology (Sekerka)  Crystallization of biomacromolecular systems (Chernov)  16:00 - 18:00 <i>Tutorial seminars:</i>  1.1 - Modeling of crystal growth I (Neugebauer, Miller)  1.2 - Course on numerical simulation on PCs I (Jung)  1.3 - Growth of biological crystals (Veesler)</p> <p><b>Tuesday, August 03</b>  <b>“The day of modeling”</b>  08:30 - 13:00 <i>Lectures:</i>  Modeling of crystal growth processes (Derby)  Modeling of fluid dynamics in melt growth (Kakimoto)  Molecular simulation of crystal growth processes (v.d. Eerden)  Dislocation dynamics and dislocation patterns (Zaiser)  16:00 - 18:00 <i>Tutorial seminars</i>  2.1 - Modeling of crystal growth II (Neugebauer, Miller)  2.2 - Course on numerical simulation on PCs II (Jung)  2.3 - Phase diagrams: Analysis, Modeling (Mühlberg, Klimm)  20:00 – 22:00 Poster session and industrial exhibition</p>	<p><b>Wednesday, August 04</b>  <b>“The day of future topics”</b>  08:30 - 13:00 <i>Lectures:</i>  Growth phenomena under microgravity (Glicksman)  Materials and crystal growth for photovoltaics (Surek)  Nanocrystals and nanotubes (Loiseau)  13:00 Excursion to Berlin (Center), Sight Seeing and Boat Trip</p> <p><b>Thursday, August 05</b>  <b>“The day of crystal growth technology”</b>  08:30 - 13:00 <i>Lectures:</i>  Growth of Silicon single crystals (von Ammon)  Growth of oxide crystals (Ibanez)  Microchannel epitaxy - lateral growth (Nishinaga)  Epitaxial technology of optoelectronics (Hommel)  16:00 - 18:00 <i>Tutorial seminars</i>  3.1 - Course on numerical simulation on PCs III (Jung)  3.2 - MOCVD of compound semiconductors (Heuken)  3.3 - Fundamentals of epitaxial growth (Pimpinelli)  19:00 Banquet</p> <p><b>Friday, August 06</b>  <b>“The day of crystal defects and characterization”</b>  08:30 - 13:00 <i>Lectures:</i>  Point defects in compound semiconductors (Hurle)  Synchrotron radiation X-ray imaging (Baruchel)  Macromolecular crystal growth and charact. (Garcia-Ruiz)  In-situ analysis by STM (Koehler)  16:00 - 18:00 <i>Tutorial Seminars</i>  4.1- High-resolution electron microscopy (Albrecht)  4.2 - X-ray methods (Leipner)  4.3 - Point defect analysis (Irmscher)</p> <p><b>Saturday, August 07</b>  9:00 <b>Bus trip to ICCG-14 in Grenoble</b></p>
---	---

## 6. Invited Lecturers:

34 scientists from 7 countries were invited to present lectures at ISSCG-12:

R. Fornari (IKZ Berlin, Italy/Germany)  
 D. Klimm (IKZ Berlin, Germany)  
 G. Müller (Univ. Erlangen-Nürnberg, Germany)  
 M. Mühlberg (Uni. Koeln, Germany)  
 J.J. Metois (Univ. Marseille, France)  
 M.E. Glicksman (Rens. Polyt. Inst., USA)  
 P. Rudolph (IKZ Berlin, Germany)  
 Th. Surek (Nat. Energy Lab., USA)  
 G.B. Stringfellow (Univ. of Utah, USA)  
 A. Loiseau (CNRS Chatillon, France)  
 K.A. Jackson (Univ. of Arizona, USA)  
 W. von Ammon (Siltronic AG, Germany)  
 R.F. Sekerka (Carnegie Mellon Univ., USA)  
 A. Ibanez (CNRS Grenoble, France)  
 A.A. Chernov (NASA Huntsville, USA/Russia)  
 T. Nishinaga (Univ. of Technol., Japan)  
 W. Müller (IKZ Berlin, Germany)  
 D. Hommel (Univ. of Bremen, Germany)  
 J. Neugebauer (Univ. Paderborn, Germany)  
 M. Heuken (Aixtron AG, Germany)  
 Th. Jung (FHG IISB Erlangen, Germany)  
 A. Pimpinelli (CNRS Aubiere, France)  
 S. Veesler (CNRS Marseille, France)  
 D.T.J. Hurle (Bristol Univ., UK)  
 J.J. Derby (Univ. of Minnesota, USA)  
 J. Baruchel (ESRF Grenoble, France)  
 K. Kakimoto (Kyushu Univ., Japan)  
 J.M. Garcia-Ruiz (Granada Univ., Spain)  
 J. van der Eerden (Utrecht Univ., The Netherlands)  
 U. Köhler (Univ. of Bochum, Germany)  
 M. Zaiser (Univ. of Edinburgh, UK/Germany)  
 H.S. Leipner (Univ. of Halle, Germany)  
 M. Albrecht (IKZ Berlin, Germany)  
 K. Irscher (IKZ Berlin, Germany)

## 7. Scholarships and grants for students

In total, 66 students from 20 countries of Europe, Asia and South America were supported by grants. This represents ca. 50 % of all participating students.

63 were supported by an amount of 500 € for each, reducing the registration fee from 650 € to 150 €, by using the financial supports of the following societies and corporations:

19 from 7 east European countries by DFG	= 9500 €
10 from 7 EU and NIS countries by ESA	= 5000 €
10 from 6 countries by the ICCG-14 income	= 5000 €
8 from 5 countries by IUCr	= 4000 €
8 from Germany by DGKK	= 4000 €
5 from 4 countries by ISSCG-12 income	= 2500 €
3 from 3 countries by DGK	= 1500 €

3 participants from 3 countries received a full coverage of all expenses (including travel fees) by the InWent GmbH.

## 8. Participant statistics:

Lecturers:	34
Audience from outside:	116
Audience and helpers from IKZ Berlin:	20
Accompanying persons:	19
<b>Total:</b>	<b>189</b>
Number of presented posters: (all students with scholarship)	66

## 9 Industrial exhibitors:

Linn High Term GmbH  
 Schunk Kohlenstofftechnik GmbH  
 CGS Crystal Growing Systems GmbH Hereaus GmbH  
 Staehli AG  
 Steremat Elektrowärme GmbH  
 CrysTec GmbH  
 Huettinger Elektronik GmbH  
 Crystal Growth Laboratory of FhG

## 26 Countries participated:

Algeria (2), Argentina (1), Bangladesh (1), Belgium (4), Czech Republic (1), Ecuador (1), France (13), Georgia (1), Germany (48), Greece (6), India (2), Iran (1), Italy (4), Japan (22), Latvia (1), Mexico (1), Poland (4), Romania (2), Russia (10), Spain (5), Sweden (2), Switzerland (1), The Netherlands (9), Ukraine (1), United Kingdom (6), Uruguay (1), USA (8)

## 9. Proceedings

The lectures were published in a book of Elsevier Science B.V.

**"Crystal Growth - from Fundamentals to Technology"**  
 edited by G. Mueller, J.J. Metois and P. Rudolph, July 2004, 422 pages, ISBN 0-444-51386-8.

Each participant received this conference book at the school registration desk. The price was included in the registration fee.

Additionally, an abstract book of 144 pages containing the technical program, all lecture and poster abstracts, advertising pages of the sponsors and participant addresses was presented to all participants.

## 10. Services

An internet room was installed containing 6 computers, which were available every day of the school from 8:00 a.m. to 10:00 p.m. This free internet access was widely used by the participants.

Daily bus shuttles were available for transportation of school participants to and from the second hotel and express train station to Berlin centre.

The program for accompanying persons consisted of sightseeing tours through Berlin and Potsdam, a visit of the current exposition of the New York's Modern Museum of Art in Berlin and the participation at all school meals and cultural events (boat trip, welcome party, banquet).

A special bus service from the ISSCG-12 school location in Berlin to the following ICCG-14 in Grenoble was offered by the ICCG-14 organizers. 55 school participants made use of it.

## 11. Concluding remarks

ISSCG-12, held in August 2004 in Berlin, was a very successful international meeting covering both tutorial aspects and actual scientific topics in crystal growth and material science. 169 scientists from 28 countries of four continents participated ISSCG 12. Especially, it is worth to mention that young students and researchers represented a major part of the audience.

Both the ISSCG-12 technical program with more than 30 excellent lectures and tutorial seminars presented by 34 famous international specialists and the support for 66 students from 20 countries could not be accomplished without the generous financial contributions from several organizations, public institutions and companies (see sections 4 and 7 of this report). The organizers would like to acknowledge these contributions very emphatic.

ISSCG-12 exhibited itself as an event to propagate the field of crystal growth both in the scientific and public communities. Informations about this meeting and its goals were distributed by the German press information service (Informationsdienst Wissenschaft - idw) before the meeting. During the school a press conference was held. Several newspapers including some of the large German ones went on publishing about the school. The interest of politicians in this event was expressed by a welcome speech by the lord mayor of Köpenick - the district of Berlin where ISSCG-12 was located.

In general, ISSCG-12 took place in a very pleasant atmosphere. It made an important contribution to the further development of friendly relations among the community of nations.

Georg Müller  
Jean-Jacques Metois  
Peter Rudolph (protocol)

## Berichte von Schulungsteilnehmern

### ISSCG-12 – Berlin, Germany A Short Summary of my experiences at the Summer School

I would like to start by thanking the organizers, especially Prof. Rudolph and Prof. Muller, who couldn't do enough to make it comfortable for us. The organization and efficiency was excellent. As Lev Kuandykov rightly put it in his speech at the banquet, when we came to the summer school, it was like going to Hollywood. We got to spend a week with some of the most renowned and respected professors in the field of crystal growth. The fact that we were in the Academie, away from the city made it easier to approach the "BIG GUYS" and speak to them on a level that was relaxed and informal. The lectures were well planned and timed, with enough relaxation time after lunch.

I particularly would like to bring your attention to the food at the Academie. I, being a pure vegetarian (no fish, no chicken) thought I would starve for the week, but I had some of the nicest vegetarian cuisine. Compliments to the chef of course, but it would not have been possible without the organizers arranging for the food.

So once again thank you very much for a very enjoyable week of hard work and a good social side too! It was an experience of a life time.

Miss Pooja Panchmatia,  
MChem AMRSC  
PhD (Yr 2) in Computational  
Chemistry

Department of Chemistry  
Warwick University  
Gibbet Hill road  
Coventry; CV4 7AL

# Generatoren für die Induktionserwärmung

Mit verschiedenen Baureihen von MF- und HF-Generatoren bietet **HÜTTINGER** das ganze Anwendungsspektrum der Induktionserwärmung.



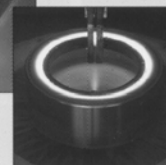
Qualität hat einen Namen:

#### Anwendungsbeispiele:

Kristallziehen

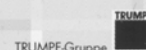


Glühen



Schmieden

Hüttinger Elektronik GmbH + Co. KG  
Elsässer Str. 8, D-79110 Freiburg, Germany  
Tel.: +49-761-8971-0, Fax: +49-761-8971-150  
email: info-ec@huettinger.com  
Internet: <http://www.huettinger.com>



## Die 12te Internationale Sommerschule für Kristallzüchtung

Die 12te Internationale Sommerschule für Kristallzüchtung und Kristallwachstum findet alle drei Jahre in Verbindung mit der Internationalen Konferenz für Kristallzüchtung statt. Die vorangegangene Schule fand in Japan statt. Dieses Jahr hatten die Organisatoren nach Berlin eingeladen.

Im Gegensatz zur Situation bei Konferenzen richteten sich die Vorträge der Sommerschule direkt an junge Wissenschaftler, die noch nicht so erfahren auf dem Gebiet der Kristallzüchtung sind. Deshalb zeichneten sich alle Vorträge insbesondere auch dadurch aus, ein gewisses Grundlagenwissen zu vermitteln.

Am ersten Tag der Sommerschule fanden grundlegende Einführungsvorträge statt, die gerade Newcomern einen sehr guten Einstieg in die Schule boten. Einen generellen Überblick über die Kristallzüchtung gab zu Beginn der derzeitige Direktor des IKZ Berlin Roberto Fornari. Danach stellten die drei Chairmen Georg Müller aus Erlangen, Jean-Jacque Métois aus Marseille und Peter Rudolph ebenfalls aus dem IKZ Techniken der Kristallzüchtung vor und gaben einen Einblick in die Kinetik des Kristallwachstums und die Bedeutung von Defekten in Kristallen.

Mit diesem Überblick ging es dann in die Woche deren Tage jeweils einem Überthema gewidmet waren. Am Montag, dem „Day of Fundamentals“, wurden die Einführungsvorträge inhaltlich vertieft. Weitere Tagesthemen waren: „Modeling“, „future topics“, „crystal growth technology“ und „defects and characterization“.

Neben den vier Hauptvorträgen gab es nachmittags immer Tutorien, die gerade uns viel Spaß machten, da es mehr Diskussionen gab und mehr Zeit an einem Thema verbracht wurde.

Das gesamte Programm war in wissenschaftlicher Hinsicht sehr interessant und bot einen guten Überblick über das breite Spektrum der Kristallzüchtung.

Als besonders interessant empfanden wir das Tutorium „Modellierung und Analyse der Phasendiagramme“ von Herrn Mühlberg aus dem Institut für Kristallographie der Universität Köln und von Herrn Klimm aus dem Institut für Kristallzüchtung in Berlin. Die Themenauswahl und die Art der Darstellung bei diesem Tutorium boten große Vielseitigkeit und ein hohes Maß an Praxisbezug.

Thematisch war die Vorlesung über Phasendiagramme folgendermaßen gegliedert:

- Thermodynamische Grundlagen
- Gleichgewicht zwischen Phasen
- (Aggregatzustände, Mischphasen, kongruent und inkongruent schmelzende Verbindungen)
- Abkühlkurven, Phasenregel, Hebelgesetz
- Experimentelle Bestimmung von Phasendiagrammen
- Ternäre Zustandsdiagramme, Darstellung und Reaktionsschema
- Ternäre Realsysteme (Keramik, Metall)
- Ungleichgewichte und Reaktionen
- Anwendungen in Wissenschaft und Technik
- Eutektische, peritektische und zusammengesetzte binäre Phasendiagramme

Daneben wurden die Grundlagen zum Studium der strukturellen Phasenumwandlungen dargelegt. Mit ihnen gehen kristallphysikalische Anomalien und strukturelle Veränderungen einher.

Am Dienstag Abend gab es für die jungen Nachwuchswissenschaftler eine Postersession, auf der sie ihre Arbeit präsentieren konnten.

Die Posterpräsentation ist alles in allem als sehr gelungen zu bezeichnen. Zum einen war die Idee sehr gut, aufgrund des tollen Wetters, die Poster im Freien zu präsentieren, denn dies gab der Veranstaltung einen locker entspannten Rahmen. Die Anzahl der Beiträge war zudem nicht so groß, und man konnte sich einen recht guten Überblick über die anderen Arbeitsgebiete verschaffen.

Die Atmosphäre während der Sommerschule empfanden wir als eine gelungene Mischung zwischen intensiver Wissensvermittlung und entspannter Unterhaltung. Im Gegensatz zu anderen Konferenzen waren hier hauptsächlich junge Wissenschaftler vertreten, was es sehr einfach machte, Kontakte zu knüpfen, die bis über die Konferenz noch immer anhalten.

Die Unterkunft und Verpflegung war ausgezeichnet, genauso wie die exzellente Freizeitgestaltung, so dass während unseres einwöchigen Aufenthalts keine Langeweile aufkam. Insbesondere der Ausflug nach Berlin ist hier hervorzuheben, der allen Teilnehmern die Möglichkeit gab, einen Nachmittag nach eigenem Ermessen in der Hauptstadt zu verbringen. Die anschließende Bootsfahrt war, als die etwas andere Stadtführung, ebenfalls sehr gelungen.

Ein einziger kleiner Nachteil bestand nur hinsichtlich der Unterbringung. So mussten einige Teilnehmer aufgrund von Platzmangel in einem nahegelegenen Hotel untergebracht werden, das etwa 15 Minuten mit dem Bus vom Tagungsort entfernt lag. Obwohl ein ausgezeichnete Shuttledienst zu Verfügung stand, war auf diese Weise den Abenden ein künstliches Ende gesetzt, da alle Teilnehmer um 22 Uhr zurück zum Hotel gefahren wurden.

Am Ende möchten wir uns bei allen Organisatoren, Lehrkräften und Tutoren und ganz besonders dem Team des IKZ bedanken, die sich sehr viel Mühe gemacht haben, uns mit der Kristallzüchtung und dem Kristallwachstum vertrauter zu machen und uns eine angenehme Woche zu bereiten.

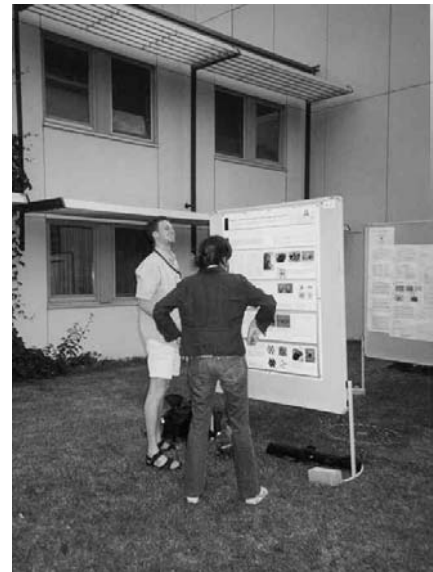
**Saskia Gottlieb, Amir Haghigirad, Jan Lamprecht**

**Physikalisches Institut  
Johann Wolfgang Goethe – Universität  
Robert Mayer Straße 2-4  
60054 Frankfurt am Main**

## Eindrücke von der Sommerschule ISScg12 in Berlin



Die komfortable Villa mit ihrem schönen großen Garten



Blick in den Schulungsraum. Die Idee der Posterpräsentation im Freien wurde von den Teilnehmern sehr begrüßt.



Am Abend konnte man dank des perfekten ISSCG-Wetters lange draußen sitzen.





**Nur wer sich entspannen kann, hat auch wieder Kraft zu guter Arbeit.**



**Die Teilnehmer der diesjährigen Sommerschule ISSCG-12 einmal alle zusammen.**

**ICCG-14 / ICVGE-12**  
**Fourteenth International Conference**  
**on Crystal Growth /**  
**Twelfth International Conference**  
**on Vapour Growth and Epitaxy**  
 9-13 August 2004, Grenoble, Frankreich

Zu dieser Konferenz finden Sie hier zwei Berichte:

1. Eine Konferenz-Einschätzung der Co-Präsidenten der Konferenz, Jacques Villain und Michael Heuken und des Koordinators der Tagung, Thierry Duffar. Dieser Rückblick basiert z. T. auf Berichten der entsprechenden Session-Chairpersons und bildet das Vorwort zu den Konferenz-Proceedings.

2. Ein Konferenzbericht des DGKK-Forschungspreisträgers Bernhard Birkmann. Ein Kurzbericht über die prämierten Arbeiten von Herrn Birkmann wurde im MB78, Dez. 2003 gegeben.

**ICCG14 / ICVGE12**

**Conference Proceedings - Editors preface**

The present issue of the Journal of Crystal Growth gathers the communications made at the 14th International Conference on Crystal Growth, associated with the 12th International Conference on Vapor Growth and Epitaxy, which took place in August, 2004 in Grenoble. This joint Conference is held at a regular interval of 3 years in different parts of the world. The last one was held in Kyoto in 2001 and the next one will be in Salt Lake City in 2007. The 2004 Conference was organized under the responsibility of the French and German crystal growth societies, by a scientific committee including scientists from other European countries. It was associated with a school on crystal growth which took place in Berlin during the preceding week.

With the number of participants approaching 1000, the conference was a well-attended success. This success came mostly from high attendance of Asian scientists: Japan sent the largest delegation followed by the French delegation.

Among the 1278 planned communications, 943 were presented at the congress, and only 444 will be found in the proceedings. Indeed, the organizers did not put any pressure on the participants to convince the attendees to provide a written version. Mere communication at a conference was not sufficient to warrant publication. A strong reviewing process, insuring that the most well-reviewed and novel contributions were identified, resulted in many contributions being declined from the proceedings. This process helped to insure the high standards of the Journal of Crystal Growth.

This conference will break from the past in the mode of publication of the conference proceedings. The format of these proceedings represents an important innovation which is motivated by the following observation: conference proceedings usually constitute an exceedingly large amount of journal pages making for large volumes that our libraries can hardly accommodate -- and pay. Moreover, nowadays, most of the bibliography is acquired in electronic form. The electronic format is easier to obtain, it is cheaper in both money and time, it allows easy identification of the articles related to a particular topic, and it makes possible an easy and efficient dissemination by just a few clicks.

Consequently, a part of the proceedings will exist only in the electronic form. They will be distributed to participants as a CDROM, and will be available to everybody through Internet.

Only the invited communications will be printed on paper. This different treatment is motivated by the fact that, on the average, an invited communication will have a longer lifetime than the other contributed papers. This is because, generally, an invited presentation is of broader interest, since it gathers and summarizes the lessons of long and deep thought. On the other hand, a contributed paper is more focused on a particular detail, e.g. a particular material. It is the beginning of a story which will evolve, transform, improve, and presumably end in an invited talk a few years later. The invited paper will be cited over years and the contributed paper will be cited over months. Nevertheless, novelty is commonly found in the contributed papers, which are presented as posters at a conference. Often, there are also mistakes or shortcomings in that initial presentation of a work which will be corrected later, but the basic, novel idea is there.

Since "*scripta manent, electronica volant*", as a Roman nowadays would say, it is thus reasonable to give a printed form to the longer-lived invited articles. The purely electronic form of shorter-lived contributed articles will spare both shelf space and money to our libraries.

However, there is a danger in this discrimination. The purely electronic articles will possibly be given a weaker weight than invited articles in evaluation committees. Thus, a young researcher with a good idea could be at a disadvantage with respect to another person with no ideas but a good boss who will put him as a co-author of his invited paper.

If this scenario turns out to be so, our decision to print only invited articles will have been, in retrospect, a bad decision. In the following years then, libraries would again be flooded with flows of expensive paper-based publications.

This rather absurd and unfortunate situation is one of the consequences of the importance taken nowadays by evaluation procedures. Evaluation is obviously necessary, but it has become such a burden that evaluators often look for a quick way to judge an individual's body of work. To evaluate a researcher, one could take his publications, weight each of them by the impact factor of the journal, and tally the sum into some final evaluation score. In addition to the fact that, as implied above, the impact or citation index of an article is not always a good or sole measure of its importance, it is somewhat strange to consider that an article is good if, and only if, it is published in a journal which usually publishes good articles. The best evaluation will be done by the future generations of scientists, who will *read* the articles, not *count* them.

Among the hundreds of articles contained in these proceedings, it is, as usual, difficult to find one's way to the papers one would like to read. Let us try to give a biased summary to a few of the conference highlights.

A puzzling scientific point which was addressed by several authors is step bunching, a phenomenon which is disturbing if one wants to make vicinal surfaces, and helpful if one wishes to obtain beautiful high-symmetry surfaces. The mechanism of step bunching, in the case of solution growth, is discussed in the Chernov et al. contribution and by the Laudise prize winner, Nishinaga, for the case of MBE growth which is rather different when it is produced by electromigration. The case of step-pairing is a new feature discussed by Pierre-Louis.

**Aktuell und effizient!**

# Der ChemPur-Katalog

- Anorganika
- Organika
- Boronsäuren
- reine und reinste Elemente
- Metalle und Legierungen  
in definierten Formen und Reinheiten
- Platin-Laborgeräte

**Handlich, praktisch, übersichtlich!**

**Gratis für Sie!**

Feinchemikalien  
und Forschungsbedarf

chemPUR®

chemPUR®

ChemPur Feinchemikalien und  
Forschungsbedarf GmbH

Rüppurrer Str. 92 · 76137 Karlsruhe/Germany · Phone + 49 (0) 721 9338140  
Fax +49 (0) 721 472001 · [chempur@compuserve.com](mailto:chempur@compuserve.com) · [www.chempur.de](http://www.chempur.de)

Serious progress in the modeling of crystal growth has been achieved through the use of *ab initio* methods, often by people who are not really specialists in such calculations, but utilize the appropriate software, test the numerical results carefully, and apply them to experimental situations on the mesoscopic or macroscopic length scales, as described by the Schieber prize winner, Goniakowski, in an article which is co-authored by Mottet.

The review by Mori, Yamamura *et al.* explains in detail how Japanese applied research has been able to prepare perfect crystal surfaces.

In the following, we enumerate the dominant features in various sessions of the conference, using the information provided by the session coordinators.

The most popular general session was on *fundamental mechanisms*. The understanding of step dynamics continues to make progress. Phase-field theories, which allow for a continuum description without worrying about discontinuities at steps, are still popular and successful. New subjects of discussion are the validity of the Gibbs-Thomson condition under growth, as well as the relevance of thermodynamics in nanosized crystals. A prize was awarded to a poster by Singer and Bilgram for a beautiful experimental work on dendrites. The dendrite shape obeys power laws which have been predicted by theory.

In the session on *bulk semiconductor crystals*, there was an increasing interest in photovoltaic materials, for example Si casting or sheet production. III-V materials can now be grown without B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> encapsulation. This advance allows the precise location of the system within the phase diagram, an application of which, for example, is the control of As precipitates in GaAs. Also II-VI materials are grown with a constantly improving quality. Attempts are made to grow ternary compounds, either II-VI or III-V materials, in view of applications in the infrared wavelength domain, but serious difficulties still need to be overcome. In the field of large gap materials, growth from the vapour phase (PVT: *Physical Vapour Transport*) remains the most important technique. It is mature for SiC, has been successfully applied to AlN and has led to promising results for GaN and ZnO. Numerical simulations of the growth processes, and of coupled physical phenomena, are widely used.

In the field of *oxides and halogenides*, the interest in traditional materials appeared to have gained renewed technological applications. Examples are CaF<sub>2</sub> for electronic photolithography or sillenites (Bi<sub>12</sub>XO<sub>20</sub>, with X=Si, Ge, Ti, etc.) for holography. In the field of non-linear optics, new fluoride materials are appearing. The main developments concern piezoelectric crystals, where the main problem in their application is the removal of lead for the industrial processes.

Concerning *thin film growth of semiconductors, oxides and halogenides*, the most important results concern nitride semiconductors, due to their applied interest (white LEDs). New research fields now appearing are essentially concerned with oxide and organic films. In the field of metals, the technology is progressing but the materials of primary interest have remained the same. Theoretical model development is improving, based on the results from high-resolution TEM, STM and AFM microscopy.

At the session on *industrial crystallization*, new crystal solution-based growth techniques were presented. The understanding of the physical mechanism is continually progressing, especially with the help of *in situ* observation. Important investigations were made on polymorphism.

In the field of *protein and biological crystallization*, growth processes of increasing complexity are being studied, especially in the case of membrane proteins, whose crystallization requires detergent micelles having their own phase diagram. The use of confocal and AFM microscopy has allowed for interesting progress. This interdisciplinary field involves biochemists, chemists and physicists. This congress expressed a resistance to the strong tendency to develop productivity at the expense of fundamental understanding.

*Growth under external fields* represents an extension of the traditional study of growth under microgravity. More generally, external fields enable the control and modification of convection during growth from the fluid phase. Growth can be performed under electromagnetic (rotating, alternating or traveling) fields or under vibration; this last technique being also applicable to non-conducting materials. A typical investigation, involving both an experimental and a numerical study, is presented by R. Hermann *et al.* who received a poster prize for this work. Growth of proteins under electric field (5kV/cm) has shown a modified nucleation rate.

Concerning *characterization and in-situ observation*, improvements were demonstrated towards smaller space and time scales as well as to high pressures and temperatures. For example X-ray imaging has been applied to the *in situ* characterization of PVT growth of SiC. Also, Raman spectrometry during the growth of metallic oxides gave impressive results. In the field of thin layers, highlights are the *in situ* optical measurement of curvature during MOCVD (Metal-Organic Chemical Vapor Deposition) growth of GaN and the observation of GaP growth by Liquid Phase Epitaxy (LPE). The extreme ingenuity of researchers in experiment design is particularly striking and there was a broad diversity in the number of techniques used to probe systems utilizing *in situ* methods.

One such *in situ* technique is synchrotron-based X-ray analysis. The symposium on *Crystal growth and large facilities* evidenced the growing use of large facilities in the study of growth mechanisms, from the nano- to macro-scales, and for crystal characterization. For example, the study of snow crystal transformation, by micro-tomography, has helped to elucidate avalanche mechanisms. The use of large facilities is increasingly common and numerous contributions from this field were presented in other sessions.

Emergent *new materials* were presented having applications in non-linear optics (borate family or numerous organic crystals), for electronics (a field effect transistor has been built from organic crystals), for new magnetic properties (spin chains). The list of new materials is growing with developments being reported in thermoelectric materials, nano-wires, nano-tubes, new quasi-crystals, etc.

In the area of *growth technology*, several experts from industrial companies described the state-of-the-art in various fields. The size of crystals is becoming impressive. For instance a new seeding treatment has allowed to make a Si crystal of diameter 0.3m at a weight of more than 250 kg, and 450 kg halogenide crystals for scintillators have been obtained. The interest within the crystal growth community in the field of renewable energy has been emphasized, especially in the development of photovoltaic Si.

On *surfaces and interfaces*, structural and magnetic properties of nanostructures can now be measured with a very high accuracy, showing the influence of local coordination and magnetic interactions. Very precise methods to position magnetic and semiconductor nanostructures have been demonstrated, using stress fields, surface steps or dislocation networks. As an application, well-defined templates can be produced for epitaxial growth.

This trend in the increased control over the size and location of nanostructures is a highlight of the papers on *Self-assembled nanostructures for quantum dots*. The materials of interest are essentially Si as well as III-V and II-VI semiconductor compounds. The new research trends were directed toward the need to have a better control of the position and size of a given dot. For this purpose, growth on patterned substrates such as mesas, dislocation arrays, grooves, and so on, is now developed with improved success. The variety of the new nanostructures was illustrated by the contribution of Chauvin et al. on stacked quantum sticks, which was awarded a poster prize.

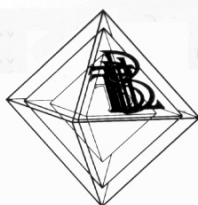
A somewhat related topic is the *growth of magnetic semiconductors for spintronics*. The type of structure which will allow the realization of semiconductor spintronics is still an open matter. Combinations of metals and semiconductors, use of semi-metals, and dilute (ferro)magnetic semiconductors were presented as potential solutions. The difficulty remains in obtaining carrier-induced ferromagnetism with a critical temperature close to room temperature. Large gap semiconductors might find an original application in this field. Another difficulty lies in the growth of small structures, wires or dots of such materials.

A topical session was devoted to *Nanomaterials and cluster assembly*. The goal of several studies was the achievement of supra-crystals from nanoclusters of materials. For the first time, specific properties linked to cluster organization have been demonstrated. Two-dimensional arrays of metallic clusters have been obtained, with potential applications in the field of high data storage. A number of applications are foreseen in catalysis, nano-electronics, optics. The field needs further developments especially in the understanding of supra-crystal growth mechanisms.

The last topical session was concerned with *Functional oxides* (epitaxial thin films and multi-layers). The possibility to control the composition and structure of complex oxide layers was emphasized. Metastable phases have been obtained. Film-substrate or multilayer interfaces provide access to the control over complex materials microstructures and especially of grain boundaries. It is thus possible to understand physics at the nano-metric scale in these materials. Among the new trends, patterned heterostructures using epitaxial synthesis have been achieved.

The meeting was not just a series of talks. The photograph contest was also an essential element. After all, no word can fully describe the morphology of a crystal or its beauty. The participants awarded S. Miyazawa the best photograph prize. Did they vote for the best artist, for the best scientific illustration, or for both? The awarded picture is published in these Proceedings, and the readers will decide!.

Thierry Duffar  
Michael Heuken  
Jacques Villain



## T B L - Kelpin

Dr. Gerd Lamprecht  
former Kristallhandel Kelpin

Single Crystals for Research and Industry



TBL.Lamprecht@t-online.de :

### single crystals

metals, alloys, semiconductors (III-V, II-VI),-oxides, halides and all kind of compounds

sputter targets and evaporation sources (elements and compounds)

**optical compounds:**  
windows, lenses, prisms, rods  
blanks: CaF<sub>2</sub>, MgF<sub>2</sub>, BaF<sub>2</sub>, LiF, KBr, CsBr, CsI, Ge, Si, KRS-5/6, LaF<sub>3</sub>, CeF<sub>3</sub> and others

single crystal surface preparation and high precision crystallographic orientation (<0,1°)

high purity metals & materials, rare earth metals and compounds, wire, rods, foils, isotopes, superconducting materials

**single crystal substrates**  
Si, Ge, III-V and II-VI compounds  
SrTiO<sub>3</sub>, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, LaAlO<sub>3</sub>, NdGaO<sub>3</sub>, YAlO<sub>3</sub>, SrLaAlO<sub>3</sub>, MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>, LiNbO<sub>3</sub>, SiC, ZnO, NiO, MnO, CoO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BaTiO<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub>, MgF<sub>2</sub> and others

TBL - Kelpin, Lehninger Str. 10-12 D 75242 Neuhausen  
Tel. 0049 (0)7234 1007 Fax 0049 (0)7234 5716 e-mail: TBL.Lamprecht@t-online.de  
www.tbl-kelpin.de

## ICCG-14 / ICVGE 12

Bericht von **B. Birkmann**  
**Fraunhofer Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB)**  
 Schottkystr. 10, 91058 Erlangen, Germany

Sehr geehrtes Preiskomitee, sehr geehrte Mitglieder der DGKK,

im folgenden Reisebericht möchte ich versuchen, Ihnen meine Eindrücke von der internationalen Kristallzüchtungskonferenz in Grenoble weiterzugeben. Zuvor möchte ich jedoch die Gelegenheit wahrnehmen und mich bei Ihnen für die Verleihung des DGKK-Forschungspreises, der mir den Besuch dieser Tagung ermöglichte, herzlich bedanken. Ich habe den Besuch und den Aufenthalt in Grenoble sehr genossen und auch zahlreiche fachliche Anregungen mit nach Hause genommen.

An der Konferenz nahmen nahezu 1000 Besucher teil, mehr als 1400 Abstracts waren angemeldet. Schon diese Zahlen zeigen, daß ein Reisebericht sehr subjektiv sein muß. Im folgenden werde ich daher im wesentlichen über Beiträge berichten, die in einem gewissen Zusammenhang mit meinem eigenen Arbeitsgebiet der Kristallzüchtung von III/V-Halbleitern im speziellen GaN und GaAs stehen. Ich selbst habe ein Poster zur Versetzungsbildung in GaAs präsentiert und war an zwei Arbeiten zu GaN beteiligt.

Für die Plenarvorträge war eine sehr gute Auswahl getroffen worden. Exemplarisch möchte ich den Vortrag von J. Neugebauer mit dem Titel „Multiscale Growth Simulations“ nennen. Neugebauer zeigte, wie durch eine sinnvolle Kombination von „ab initio Molekulardynamik“ mit Thermodynamik und anderen makroskopischen Theorien Einblicke in die Vorgänge beim Kristallwachstum gewonnen werden können. So präsentierte Neugebauer ein berechnetes Phasendiagramm für die GaN-Oberfläche, welches die (0001)-Oberflächenrekonstruktion in Abhängigkeit von den chemischen Potentialen von Gallium und Wasserstoff zeigt. Nimmt man Indium hinzu, zeigt sich, daß es außerordentlich schwer ist, Indium in den wachsenden Kristall einzubauen. Statt dessen kommt es zur Ausbildung eines einatomigen In-Filmes auf der GaN-Oberfläche. Die energetisch stabile Lage der Stickstoffadatom liegt zwischen dem In-Film und der GaN-Oberfläche. Die Diffusionsbarriere ist in dieser Position für den Stickstoff so weit reduziert, daß die Stickstoffdiffusion in dieser Lage erfolgt. Insgesamt erhöht sich die Beweglichkeit des Stickstoffs dadurch so sehr, daß dies zu einer verbesserten Kristallqualität führt, was bei der Epitaxie von GaN auch benutzt wird.

Trotz aller Erfolge von Epitaxie und Theorie ist nach wie vor eines der Hauptprobleme im Arbeitsgebiet der Gruppe III-Nitride, daß kein ausgereiftes Verfahren zur Herstellung großer Einkristalle aus GaN existiert. Gegenwärtig wird in der Regel die Herstellung von Quasisubstraten (dicke GaN-Schichten auf einem Fremdsubstrat) mittels verschiedener Techniken versucht.

Hier zeigte Frau Gogova (Sofia) schöne Ergebnisse. Mittels HVPE wurden 200 µm dicke GaN-Filme auf einer Keimschicht aus sogenanntem „2-Step-ELO“ (ELO = Epitaxial Lateral Overgrowth) abgeschieden. Bei „2-Step-ELO“ handelt es sich um eine GaN-Schicht, bei der die Defektdichte mittels zweifachem lateralem Überwachsen einer Maske bereits stark reduziert ist. Die darauf gewachsenen HVPE-Schichten lösen sich selbst vom Träger ab und können als freistehende Substrate verwendet werden.

Die Versetzungsdichte ist mit  $2,5 \cdot 10^7 \text{ cm}^{-2}$  bereits recht gut, jedoch kommt es durch den HVPE-Prozeß zu keiner wirklichen strukturellen Verbesserung gegenüber dem „2-Step-ELO“ Substrat, das bereits eine vergleichbare Versetzungsdichte aufweist. Allerdings ermöglichte das „2-Step-ELO“ das selbständige Ablösen der gewachsenen Schicht vom Trägersubstrat.

Immer wieder wird auch versucht, GaN ähnlich wie SiC mittels eines Sublimationsverfahrens herzustellen. Die Hauptschwierigkeit bei diesem Verfahren ist, daß sich GaN bei einem Stickstoffdruck von 1 bar bereits zwischen 800 und 900°C thermisch zersetzt. Die typischen Wachstumstemperaturen für die Sublimationszüchtung von GaN liegen jedoch bei etwa 1100°C. Imada (Osaka) versuchte dieses Problem zu umgehen, indem er den Druck in der Züchtungszelle von 1 auf 5 bar erhöhte. Tatsächlich stiegen die Wachstumsraten deutlich an. Allerdings kam es auf dem verwendeten  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Substrat nur zum polykristallinen Wachstum von GaN.

Während das Sublimationsverfahren für GaN problematisch ist, ist es die Methode der Wahl für AlN. Hier wurden von Epelbaum und Bickermann (Erlangen) vielversprechende Ergebnisse präsentiert. Es gelang das Wachstum von spontan nukleierten fingernagelgroßen AlN-Einkristallen, die durch kristallographische Flächen begrenzt sind. Schwierig ist gegenwärtig noch der Ankeimvorgang auf AlN, da sich beim Aufheizen eine feinkristalline Schicht aus Aluminiumoxinitrid auf dem Keim niederschlägt und so ein epitaktisches Anwachsen verhindert. Auffällig ist die honigfarbene Färbung der Kristalle, deren mikroskopische Ursache noch ungeklärt ist. Beim Einkristall wird die Tiefe der Färbung auch durch die Orientierung und Polarität der Fläche bestimmt, was auf eine Beteiligung von Restverunreinigungen hinweist.

Als aussichtsreiches Verfahren zur Herstellung von Gruppe III-Nitriden wird gegenwärtig die ammonothermale Züchtung erachtet. Die Methode ist dem bekannteren Hydrothermalverfahren ähnlich, allerdings wird das überkritische Wasser durch überkritischen Ammoniak ersetzt. Die notwendigen Temperaturen liegen bei etwa 500°C und die Drücke bei 3 bis 5 kbar. Vier Poster und einen Vortrag habe ich zu diesem Thema gezählt, darunter Arbeiten von Nakamura und Fukuda. Die ammonothermale Züchtung von GaN leidet wie jede andere Form der GaN-Lösungszüchtung unter dem Problem sehr geringer Löslichkeiten. Diesem Problem versucht man durch sogenannte Mineralisatoren (Amide oder Halogenide), die der Lösung zugesetzt werden, zu begegnen. In Grenoble wurden von 2 Gruppen Löslichkeitsdaten gezeigt, die jedoch einen widersprüchlichen Eindruck erwecken, da eine Gruppe (Chen, Peking) mit steigender Temperatur steigende Löslichkeiten findet, während bei der anderen (Callahan, Hanscom) ein retrogrades Löslichkeitsverhalten auftritt, obwohl in beiden Fällen mit Amiden als Mineralisatoren gearbeitet wurde. Die Gruppe um Callahan verwendete „free standing HVPE“ Quasisubstrate (10mm x 5mm x 0,2 mm) als Keime. Dadurch war es möglich das Wachstum sowohl auf der N- als auch auf der Ga-terminierten Seite der c-Ebenen simultan zu untersuchen. Die Dicke des Kristalls vervierfachte sich beim Wachstum, bei allerdings sehr rauen Wachstumsflächen. Die Kristalle haben noch einen sehr hohen Restverunreinigungsgehalt (0,1 bis 1%), sind bei gewöhnlicher Beleuchtung silbrig bis schwarz und wirken im starken Durchlicht bräunlich. Ein weiteres Problem ist die starke parasitäre Nukleation an der Autoklavenwand (90% des abgeschiedenen GaN). Die anderen Gruppen, die sich experimentell mit diesem Thema befaßten, zeigten von den Kristalldimensionen her nichts vergleichbares.

Abschließend möchte ich noch auf die GaN-Lösungszüchtung aus metallischen Schmelzen unter „niedrigen“ Drücken eingehen. Hier wurden von Morishita (Osaka) aus Na-haltigen Lösungen (50 bar N<sub>2</sub>-Druck) auf MOCVD-Keimschichten Kristalle von 500 µm Dicke mit einer Versetzungsdichte um 10<sup>4</sup> cm<sup>-2</sup> abgeschieden. Die Kristalle waren anfänglich dunkel gefärbt, durch Prozessoptimierung wurden schließlich auch transparente erhalten. Vielversprechend sind auch die Ergebnisse von Hussy (Erlangen), der ebenfalls GaN Schichten (bis 100 µm Dicke) aus einer Schmelzlösung bei Normaldruck herstellte.

Um mit der Volumenkristallzüchtung von Nitriden zum Schluß zu kommen, möchte ich festhalten: Es gibt viele aussichtsreiche Ansätze, zumindest hochqualitative Quasi-substrate herzustellen (auch in Deutschland). Dennoch ist im Einzelfall noch viel Arbeit zu leisten und es wird noch ein langer Atem benötigt.

Ein weiterer für die Halbleiterindustrie wichtiger Punkt sind die Kristalldefekte, insbesondere die Versetzungen. Gerade in Bezug auf GaAs und InP wurde an diesem Problem in den letzten Jahren viel gearbeitet. Mit dieser Thematik befaßte sich mein eigenes sowie weitere Poster. Bei den Versetzungen in der Zinkblendestruktur handelt es sich im wesentlichen um 60°-Versetzungen, da für diese der Schmidfaktor maximal ist und diese daher am stärksten zur Relaxation thermischer Spannungen beitragen. Dies gilt jedoch nicht mehr, wenn die Spannungen vernachlässigbar werden. Dann wird die Versetzungsbildung nicht mehr durch die thermischen Spannungen bestimmt und andere Versetzungstypen treten auf, die sich teilweise geometrisch auffällig z.B. in Form von Wänden im Kristall anordnen. Interessanterweise wurde bereits ein Großteil der von Hornstra 1958 durch geometrische Überlegungen vorhergesagten Versetzungstypen aufgefunden.

Auch der entgegengesetzte Fall höherer Versetzungsdichte ist hochinteressant, da dann die Versetzungen zur Ausbildung einer zellularen Substruktur neigen. In der Metallphysik sind einfache Skalierungsgesetze bekannt, die einen Zusammenhang zwischen Zellgröße und Versetzungsdichte bzw. wirkender Spannung herstellen. Diese sind universal gültig und beschreiben, wie Rudolph (Berlin) zeigte, auch die klassischen III/V-Halbleiter und optische (ionische) Kristalle.

Von den Preisvorträgen möchte ich explizit den Vortrag von J. Goniakowski (Schieber-Preis) erwähnen, der sich mit der Modellierung von Palladium Nano-Clustern auf (100)-MgO mittels ab initio Rechnungen als Modell für Katalysatoren befaßte. Er schaffte es, sehr anschaulich und begeisternd dieses komplexe Thema zu vermitteln.

Abschließend möchte ich noch festhalten, daß die Konferenz in einer sehr angenehmen Atmosphäre stattfand und auch reichlich Gelegenheit zum persönlichen Austausch bot.

## XII - ICMOVPE

### The Twelfth International Conference on Metal Organic Vapor Phase Epitaxy

May 30 – June 4, 2004, Lahaina, Maui-Hawaii

Report given by **Dr. Nicoleta Kaluza**  
**Institute for Thin Films and Interfaces**  
**Center of Nanoelectronic Systems**  
**for Information Technology (CNI),**  
**Research Center Juelich**  
 52425 Juelich, Germany

The 12th International Conference on Metal Organic Vapor Phase Epitaxy was held on May 30 - June 4, 2004 in Lahaina, Maui-Hawaii. Biennially organized, this year's meeting had over 200 contributions divided in plenary sessions (followed by special sessions) and poster sessions. Parallel to the scientific sessions, a company exhibition was organized and a series of fruitful dialogues between the MOVPE users and the MOVPE industrial companies were established.

The first worldwide Aixtron and Thomas Swan user meeting organized on May 30<sup>th</sup> prefaced the conference opening.

It is worth to be mentioned that due to the high interest from scientific and industrial point of views, the majority of the invited presentations were dedicated to the group III nitrides MOVPE technology and device applications. In the following, a short summary of the plenary talks is given.

The first invited talk, entitled "MOVPE for Solid State Lighting" was presented by M.G. Crawford (Lucile's Lighting). First, he discussed the actual LED technology status, which already enables the use of LEDs in different applications such as traffic lights, back- and front-side vehicle lighting and backlighting of LCD panel screens. Other emerging applications are those for large area illumination and medicine (surgery) as well as exploratory light. The main issues that still need to be solved in order to make LEDs viable for general lighting applications are the increasing of light efficiency (three times more fluorescent performance) and the reduction of costs. While the first issue can be solved by improvement of light extraction (efficient packaging, new luminescent materials – phosphorus), the second is dependent on the development of the MOVPE technology. He concluded with an optimistic estimation regarding the development of MOVPE technology in future. The MOCVD Epi Projection for year 2010 starting backwards – from the end-applications to the material growth – considers 50 billions LEDs/year equivalent to 50,000 m<sup>2</sup> epi/year, further equivalent to 25 millions 2" wafers which would be produced in 1000 reactors, assuming an yield of 25,000 wafers per reactor and year.

Other GaN based optoelectronic applications in the blue to UV range (270 – 340 nm), such as LED and lasers were described in the talk of J. Edmond (Cree Inc., USA). Starting from the advantages offered by SiC as substrate for the nitride structures, the continuous development of the growth led to improved optical and technological characteristics which enable new applications such as water purification, fluorescence based biological agents detection, communications, illumination. By using a new chip design, the light extraction can be optimized and consequently high output powers were obtain for both blue LEDs (22 mW at 20 mA and external efficiency as high as 40%) and UV LED (1 mW at 20 mA for a 340 nm emission wavelength), respectively. A day later, the use of AlGaN based LED structures in the deep UV range (270 – 290 nm) was presented by A.A. Allerman (Sandia National Laboratories, USA). He discussed very detailed the growth optimization for the envisaged applications and furthermore the fabrication of flip chip devices with remarkable output characteristics.

Y. Arakawa (University of Tokyo, Japan) presented the last progress in growth and optical properties of GaN quantum dots (QDs). After a short review about the development of QDs research in the last two decades illustrated by the exponential increase of the publications number, the main issues concerning the growth of QDs structures were enumerated: the wavelength control in the range of 1.3 – 1.5  $\mu\text{m}$ , the size fluctuations, the density and the quality of the QDs and moreover, the challenge of QDs growth for new material systems such as GaInNAs, GaSb and GaN. Especially the GaN QDs are suitable for the UV light emitting devices due to their high efficiency (1kA/cm<sup>2</sup> compared with 100A/cm<sup>2</sup> for GaAs) and low threshold current. The GaN QDs were obtained by low pressure MOCVD on AlN epitaxial layers on 6H-SiC substrates, by tuning carefully the growth parameters, particularly the V/III ratio maintained at very low values ( $\sim 20$ ). Vertically aligned GaN QDs were obtained and their optical properties were investigated by photoluminescence. Time resolved measurements showed an extremely long radiative lifetime up to 1 msec for large dots and a decrease of the PL decay time with the size of dots. Also, the GaN QDs were analyzed by single dot spectroscopy by employing a mesa structuring. For the first time, the binding energy of biexcitons was determined as a negative value ( $\sim -30\text{meV}$ ) and the value was attributed to the strong electrical field built inside of QDs.

K. Matsumoto (Nippon Sanso Corporation, Japan) gave an overview about the MOVPE growth mechanism at atmospheric pressure of GaN and its alloys. The parasitic reactions between the employed precursors (usually trialkyl compounds of group III and  $\text{NH}_3$ ) lead to the formation of adducts which affects strongly the efficiency of nitrides growth. From theoretical point of view, quantum chemistry was employed to study the formation of adducts and their unimolecular and bimolecular reactions. Furthermore, these calculations were used to analyse the growth performed in a new reactor designed with a special inlet (so-called three layer injection) which ensures stable growth conditions even at atmospheric pressures by minimizing the adduct formation during the growth. Finally, the growth of AlGaIn layers with 17% Al at atmospheric pressure was demonstrated with a good uniformity ( $\sim 3\%$ ) over a 6-inch wafer.

The topic of novel materials included contributions about ZnO growth, Mn doped GaAs structures for spintronics and InN. Due to the recent re-calculations of the band gap value, InN is actually the most controversial material, with very promising properties for optoelectronics and high frequency and terahertz applications. O. Briot (Univ. Montpellier, France) presented a talk on MOCVD growth of InN. In order to overcome the lattice mismatch between the most used substrate in nitride growth – sapphire – and InN, he proposed several solutions such as the initial growth of a thin GaN layer or an initial nitridation of the sapphire with the aim to select the optimal in-plane orientation. The InN growth in  $\text{N}_2$  requires very low V/III ratios but the growth rate is dependent on the growth pressure. The obtained InN layers were characterized from morphological, optical and structural point of views. Also, InN dots structures grown on GaN were investigated.

The diluted nitrides growth and their applications issues were also well represented. The InGaAsN quaternary materials are extremely important for solar cell production or for achieving emission wavelengths between 1.3 and 1.55  $\mu\text{m}$  for telecommunications. While K. Volz (Philipps Univ. Marburg, Germany) focused on detailed growth studies and the correlation between the growth parameters and the structural and electronic properties at research scale, F. Dimroth (Fraunhofer Institute, Freiburg, Germany) presented the growth and processing issues for InGaAsN materials at industrial scale.

Sweeping to mid-infrared range applications, the GaSb based alloys are very promising for optoelectronics such as lasers, detectors, thermophotovoltaics (TPV) and electronic devices. C.A. Wang (MIT, USA) gave a general survey on the problematic aspects related to the MOVPE growth for these materials compared to As or P based materials. She focused on the employed precursors combinations for growth, mentioning the use of alternative precursors for S due to the low volatility of  $\text{SbH}_3$ , the problem of carbon and oxygen incorporation for AlSb containing alloys and the importance of in-situ diagnostics during the growth. The phase separation during the growth of GaInAsSb was also discussed.

From two dimensional “compact” layers grown as heterostructures or QDs, the MOVPE growth reaches a new dimension, at “nano” scale by fabricating the nanostructures. These miniaturistic structures may be obtained for almost all semiconductors, from Si to GaAs, GaP and InP up to GaN. J. Redwing (Pennsylvania State Univ., USA) presented the vapour-liquid –solid method for growing semiconductor nanowires. Usually this method involves the participation of a metallic catalyst deposited initially on the substrate during the nanowires synthesis. The chemical nature of the catalyst as well as its distribution over the substrate surface influences considerably the aspect and characteristics of the nanowires. After a general introduction about the evolution of whiskers technology, she discussed how the nanowires geometry (diameter, length) and composition (doping) affect the carrier transport for Si, Ge and  $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$  systems. More exotic nanostructures obtained for the conventional III-V semiconductors (GaP, GaAs, InP and InAs) were presented by W. Seifert (Univ. of Lund, Sweden). By employing the same growth solution as previous mentioned, VLS and metallic gold as catalyst (aerosol particles), his group synthesised GaAs and GaP nanowires by MOVPE. The critical aspects during the growth were identified and analysed. The metallic catalyst determines the growth of the whiskers locally, whereas at global scale, the growth is controlled still by the kinetics of the MOVPE process. Furthermore, the complexity of the nanostructures may be increased by growth of heterostructures in axial and lateral directions. In order to obtain regular arrays of whiskers, the control of Au particles distribution is very important and may be achieved by using electron beam lithography. Since during the synthesis of nanowires by employing hot wall tube reactor, the issues of growth and compositional control, reproducibility and scalability are still not solved, G. Wang (Sandia National Laboratories, USA) demonstrated the suitability of MOVPE as growth method for nitride nanowires. Using the same principle as for VLS, e.g. involving a metallic catalyst (here Ni), core-shell heterostructure nanowires were obtained. They consist of GaN cores and AlN or other nitrides as shells.

Last but not the least, the talk of J.-T. Zettler (Laytec GmbH, Germany) completed the selection of the invited contributions at this conference by approaching a very actual issue in MOVPE growth – in situ monitoring during the growth. The physical background was presented for the entire family of in-situ methods employed up-to-date (emissivity corrected pyrometry, spectroscopic reflectance, reflectance anisotropy spectroscopy, wafer curvature measurement) together with the growth and substrate related parameters, which can be controlled (wafer temperature, growth rate, surface roughness, material composition and even fine tuning of device growth such as stop-band wavelength). Also the choice of the adequate in-situ method was motivated regarding their applicability to process development, calibration and monitoring and as function of the MOVPE reactor employed. The speaker also focused on two very challenging topics for MOVPE growth, i.e. the wafer curvature and the absolute wafer temperature calibration.



The enormous interest of the MOVPE community was illustrated also by the large number of participants at the in-situ seminar organized by Laytec during the conference. The users presented their experiences working with Laytec in situ sensors for both research and industrial reactors. Also, the Laytec team introduced the last developments and improvements related to the in situ monitoring.

A special panel discussion as well as a poster session were dedicated to industrial and safety aspects in MOVPE. The poster sessions covered also different subjects such as basic growth studies and characterization for different semiconductors systems, quantum structures and device applications.

The present report tried to give an overall impression on the most actual topics in MOVPE, the variety of the research directions worldwide, the dynamicity of the approach topics in research and industrial environments and the internationality of the conference (there were a total of 301 attendees including 133 from the US and Canada, 86 from Europe, 79 from Asia, and one each from Australia, Brazil and Nigeria).

After the beautiful location chosen for this year, the ICMOVPE conferences carousel will turn around the globe. The next ICMOVPE conference will be organized between May 22 and 26, 2006, in Miyazaki, Japan. At the European level, the XI EW-MOVPE will be organised by EPFL Lausanne, Switzerland between June 5 and 8, 2005.

The author would like to thank to DGKK for the financial support ensuring the participation to the XII ICMOVPE.

**A more comprehensive survey on all the topics covered during the conference may be found in a special issue of Journal of Crystal Growth, which is scheduled to appear in December 2004.**

## TERMINE UND ANKÜNDIGUNGEN

### Tagungskalender

#### 10 – 14 January 2005

IUVISTA Workshop on One-Dimensional Nanomaterials  
in Taipei, Taiwan  
E-mail: iuvsta@ms.ntu-ccms.ntu.edu.tw

#### 22 – 27 January 2005

Optoelectronics 2005  
in San Jose, California, USA  
<http://spie.org/app/conferences>

#### 06 – 11 February 2005

Second Int. Conf. On Advanced Mat. And Nanotechnology (AMN-2)  
in Queenstown, New Zealand  
[www.macdiarmid.ac.nz/amn-2](http://www.macdiarmid.ac.nz/amn-2)

#### 28 February – 04 March 2005

Gemeinsame DGK-DGKK-Tagung mit 6. Kinetikseminar  
in Köln, Universität, Chem. Inst.  
Contact: Prof. L. Bohaty, Prof. M. Mühlberg  
[www.kristall2005@uni-koeln.de](http://www.kristall2005@uni-koeln.de)

#### 01 – 04 March 2005

6. Crystal Growth Brazilian Soc. Meeting and 4th Int. Scool on Crystal Growth and Adv. Mat. in Iliha Solteira, Brazil  
<http://www.fqm.feis.unesp.br/gvc/sbcc/home.html>

#### 07 - 11 March 2005

International School on Crystal Growth: Fundamentals, Methods and Applications to Biological- and Nanocrystals ISEG 2005  
In Puebla, Mexico  
Contact: Dr. Abel Moreno  
[carcamo@servidor.unam.mx](mailto:carcamo@servidor.unam.mx)  
<http://www.ifuap.buap.mx/ISCG05/school.html>

#### 28 March – 01 April 2005

MRS Spring Meeting  
in San Francisco, California, USA  
[www.mrs.org](http://www.mrs.org)

#### 11 – 14 April 2005

14th Int. Conf. on Microscopy of Semiconducting Materials  
in Oxford, UK  
[www.rms.org.uk](http://www.rms.org.uk)

#### 08 – 12 May 2005

17<sup>th</sup> Indium Phosphide and Related Materials  
[www.IPRM2005.org](http://www.IPRM2005.org)

#### 09 – 11 May 2005

Microtechnologies for the new Millennium 2005  
in Sevilla, Spain  
[www.spie.org/events/emt](http://www.spie.org/events/emt)

#### 12 – 22 May 2005

Evolving methods for Macromolecular Crystallography  
37 Crystallographic Course in Erice, Italy  
[www.crystalerica.org](http://www.crystalerica.org)

**30 May – 02 June 2005**

Int. Conf. on Crystal Materials  
(ICCM 2005) in Kharkov, Ukraine  
[www.isc.kharkov.com/ICCM-2005](http://www.isc.kharkov.com/ICCM-2005)

**31 May – 03 June 2005**

E-MRS 2005 Spring Meeting  
Congress Center - Strasbourg, France  
<http://www-emrs.c-strasbourg.fr>

**27 June – 01 July 2005**

6. Pamir International Conf.  
Fundamental and Applied MHD  
(Magneto Hydro Dynamics)  
in Riga, Latvia  
<http://lpul.lv/pamir>

**10 – 15 July 2005**

The 16th American Conf. on Crystal Growth  
and Epitaxy (ACCGE-16)  
in Big Sky Montana, USA  
<http://www.crystalgrowth.org/conferences/ACCGE16/>

**23 – 31 August 2005**

XX Congress of the Int. Union of Crystallography  
In Florence, Italy  
[www.iucr2005.it](http://www.iucr2005.it)

**26 August – 02 September 2005**

6<sup>th</sup> Int. Conf. on Nitride Semiconductors  
(ICNS-6)  
in Bremen, Germany  
[www.ifp.uni-bremen.de/icns6](http://www.ifp.uni-bremen.de/icns6)

**04 – 06 September 2005**

16<sup>th</sup> Int. Symposium on Industrial Crystallization  
in Dresden, Germany

**10 – 18 September 2005**

Third Int. Workshop on Crystal Growth  
Technology (IWCGT-3)  
in Beatenberg, Switzerland  
Contact: H. Scheel  
E-mail: [hans.scheel@bluewin.ch](mailto:hans.scheel@bluewin.ch)

**20 – 23 September 2005**

3<sup>rd</sup> Asian Conference on Crystal Growth and  
Crystal Technology (ACCGCT – 3)  
in Beijing, PR China  
Contact: Prof. J.Y. Wang und Prof. Minhua Jiang  
[jywang@icm.sdu.edu.cn](mailto:jywang@icm.sdu.edu.cn)  
[mhjiang@icm.sdu.edu.cn](mailto:mhjiang@icm.sdu.edu.cn)

**Arbeitskreise, Adressen und Termine****Arbeitskreis****„Herstellung und Charakterisierung von massiven GaAs-, InP- und SiC-Kristallen“**

Nächstes Treffen bei Redaktionsschluß nicht bekannt.

Kontakt über  
Prof. Dr. G. Müller  
Kristall-Labor  
Institut für Werkstoffwissenschaften VI  
Universität Erlangen-Nürnberg  
Martensstr. 7  
91058 Erlangen  
Tel.: 09131/852 7636  
Fax: 8495  
E-mail: [georgmueller@ww.uni-erlangen.de](mailto:georgmueller@ww.uni-erlangen.de)

**Arbeitskreis****„Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelationen“**

Nächstes Treffen voraussichtlich Anfang Oktober 2005.  
Bekanntgabe von genauem Termin und Ort im nächsten MB.

Kontakt über:  
Dr. Günter Behr  
IFW Dresden  
Tel.: 0351/4659 404  
Fax.: 480  
E-Mail: [behr@ifw-dresden.de](mailto:behr@ifw-dresden.de)

**Arbeitskreis****„Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik“**

Nächstes Treffen Voraussichtlich Anfang Herbst 2005  
in Idar-Oberstein. Genaueres im nächsten MB.

Kontakt über:  
Prof. Dr. Dietrich Schwabe  
I.Physikalisches Institut  
Justus-Liebig-Universität  
Heinrich-Buff-Ring 16  
D-35392 Gießen  
Tel: 0641-99-33150 Fax: -33119  
Email: [dietrich.schwabe@physik.uni-giessen.de](mailto:dietrich.schwabe@physik.uni-giessen.de)

**Arbeitskreis****„II-VI – Halbleiter“**

Termin für nächstes Treffen nicht bekannt

Kontakt über  
Dr. German Müller-Vogt  
Kristall- und Materiallabor der  
Fakultät für Physik  
Kaiserstr. 12  
76131 Karlsruhe  
Tel.: 0721/608- 3470  
Fax.: 7031  
Email: [German.Mueller-Vogt@phys.uni-karlsruhe.de](mailto:German.Mueller-Vogt@phys.uni-karlsruhe.de)

## Arbeitskreis

**„Epitaxie von III-V-Halbleitern“**

Treffen normalerweise jährlich im Dezember. Termin und Ort für das Treffen 2005 sind noch nicht bekannt, werden aber im nächsten Mitteilungsblatt bekanntgegeben.

Kontakt über:

Prof. Dr. Michael Heuken

Aixtron AG

Kackertstr. 15-17

52072 Aachen

Tel.: 0241/8909154

Fax.: 0241/890940

E-Mail: M.Heuken@aixtron.com

## Arbeitskreis

**„Kinetik“**

Nächstes Treffen (2005) in Köln zusammen mit dem DGK-AK „Oberflächen, Grenzflächen und Schichtsysteme“.  
(s. Ankündigung auf S. 6 ff.)

Kontakt über:

Prof. Dr. Peter Rudolph

Institut für Kristallzüchtung

Max Born - Straße 2

12489 Berlin

Tel.: 030/6392 -3034

Fax.: -3003

E-Mail: rudolph@ikz-berlin.de

## Arbeitskreis

**"Angewandte Simulation in der Kristallzüchtung"**

Nächster Workshop des Arbeitskreises im Herbst 2005 .  
Ort und genaues Datum werden rechtzeitig bekanntgegeben.

Kontakt über:

Dr. Albrecht Seidl

RWE Schott Solar GmbH

Industriestr. 13

63755 Alzenau, Germany

Tel: 49 (0)6023 91-1406

Fax: 49 (0)6023 91-1700

E-mail: albrecht.seidl@rweschottsolar.com

**DIE INSERENTEN DIESES HEFTS**

<b>Heraeus.....</b>	<b>2</b>
Edelmetalle für Labor und Industrie	
<b>MaTeck.....</b>	<b>7</b>
Die Material-Technologie und Kristalle GmbH Kompetenz in Kristallherstellung und –Präparation	
<b>Hüttinger-Elektronik GmbH.....</b>	<b>14</b>
Der Spezialist für Induktionserwärmung und Plasmatechnologie	
<b>ChemPur.....</b>	<b>19</b>
<b>TBL-Kelpin.....</b>	<b>21</b>
Der Nachfolger des Kristallhandel-Kelpin, mehr als 25 Jahre Erfahrung in Kristall-Handel und Technologie	
<b>Linn High Therm GmbH.....</b>	<b>4. Umschlagseite 32</b>

**Liebe Inserenten:**

Bitte schicken Sie neben Ihrer Annonce auch einen kleinen Ein- bis Zweizeiler an die Redaktion, mit dem wir Ihre Anzeige hier in diesem Verzeichnis ankündigen können.

Adresse hierfür: Dr. F. Ritter,

Robert Mayer-Str. 2-4

60054 Frankfurt am Main

E-Mail: F.Ritter@physik.uni-frankfurt.de

## Register bereits erschienener Artikel

### Beschreibung von Kristallzuchtungsstandorten

	MB-Nr.
Berlin, Kristallzuchtung am Hahn-Meitner-Institut	55
Berlin, Institut für Kristallzuchtung (IKZ)	56
Braunschweig, Forschung zum Kristallwachstum seitens der ansässigen Institute	42
Dresden, Kristallzuchtung und Kristallwachstum am ZFW (bis 1990)	54
Dresden Einkristallzuchtung am IFW (Situation im Jahr 1999)	71
Erlangen-Nürnberg, Kristalllabor am Lehrstuhl f. Werkstoffe der Elektrotechnik der Univ.	60
Frankfurt am Main, Kristall- und Mat.-Labor am Physikalischen Institut der Universität	50
Freiburg, Forschungsschwerp. "Kristallz. unter Red. Schwerkraftbedingungen" (KURS)	53
Freiburg, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme	47
Freiburger Materialforschungszentrum (FMF)	61
Gießen, Kristallzuchtung am I. Physikalischen Institut der Universität	52
Idar-Oberstein, Firmenportrait des FEE	68
Karlsruhe, Kristall- und Materiallabor der Fakultät für Physik an der Universität	46
Kiel, Korth Kristalle GmbH - 50 Jahre Kristalle und Kristalloptik	69
Kristallzuchtung in Polen (engl.)	64
Kristallzuchtung in Süd-Korea	66
Schulen, Projekt zur Kristallzuchtung in Berlin	51
Schulen, Projekt zur Kristallzuchtung in Bochum	47
Schulen, Projekt zur Kristallzuchtung in Hannover	46

### Züchtungsverfahren, Züchtungsprojekte

Flüssigphasenelektroepitaxie	55
Liquid Encapsulated Cz.-Grown Semi-Insulating GaAs, Quality Status	54
Vertical Bridgman and Gradient Freeze Growth of III-V-Compound Semiconductors	53
Ga-Segregation in VGF-Germanium	77
Gasphasenzüchtung von SiC, industrieller Maßstab	78
Lithium-Niobat, Herstellung großer Einkristalle	42
Die tetragonale Bronze Calcium-Barium-Niobat	77
Die tetragonale Bronze Kalium-Lithium-Niobat	78
Optical Heating for Zone Methods	65
Kristallzuchtung für die Photovoltaik	59
Gedanken zu Gegenwart und Zukunft der Photovoltaik	68
Siliziumgranulat für das EFG-Verfahren	72
Kristallzuchtung unter reduzierten Schwerkraftbedingungen	49
Kristallzuchtung mit der Skull-Schmelz-Technik	67
Kristallzuchtung von SrPrGaO <sub>4</sub>	70
Kristallwachstum Biologischer Makromoleküle	73
Zn-Mg-RE-Quasikristalle - Ergebnisbericht	76

### Charakterisierung, mikroskopische Untersuchungen, Grundlagen

Characterization of Crystal Defects	56
ESRF (European Synchrotron Radiation Facility), X-Ray Diffraction Topography	60
ESRF (Kurzinformation)	62
Kristalldefekte und ihre Rolle in elektronischen Bauelementen	46
Lichtmikroskopie für die Kristallzuchtung -Kontrastverfahren und Spannungsoptik-	63
Marangoni-Effekte	37
Rasterkraftmikroskopische in-situ Kristallisationsuntersuchungen an der TU-Braunsch.	65
Spektroskopische in-situ-Methoden	72
Sparc source mass spectroscopy	75

### Technisches

Edelmetalle als Tiegelmaterial	49
Thyristorsteller zum Betreiben von Kristallzuchtungsöfen, Probleme bei induktiver Last	52

### Historisches

Einkristallzuchtung vor 35 Jahren: Herstellung von GaAs mit dem Gremmelmeier-Verf.	57
Kristallzuchtung in der DDR	51
Kristallzuchtung unter Obhut der Arbeitsgruppe "Kristallisation" der VfK (DDR)	63
Iwan N. Stranski	66
The Various Institutions of Crystal Growth (How did they all start?)	44
Walter Schottky, Anmerkungen zum 100. Geburtstag	44
50 Jahre III/V – Blick in die Originalliteratur	75
Geschichte der III/V - Halbleiter – Ergänzungen	76
Watsons Doppelhelix -Pflichtlektüre	77

### Forschungsorganisation, Politik

DFG-Schwerpunktprogramm "Kristallkeimbildung und -wachstum ..." (1988-93)	62
Fächerübergreifende Arbeitsgemeinschaft Halbleiterforschung Leipzig	64
Tätigkeit der "IUCr Commission on Crystal Growth and Characterization of Materials"	70

**Redaktion**

Chefredakteur

F. Ritter  
 Physikalisches Institut der  
 Uni Frankfurt am Main  
 Robert Mayer Str. 2 - 4  
 60054 Frankfurt /Main  
 Tel.: 069/798 -28053  
 Fax.: -28520  
 E-Mail: F.Ritter@Physik.uni-frankfurt.de

Übersichtsartikel,  
Kristallzüchtung  
in Deutschland

T. Boeck  
 IKZ Berlin  
 Tel.: 030/6392 -3051  
 Fax.: -3003  
 E-Mail: boeck@ikz-berlin.de

Tagungsberichte

J. Friedrich  
 Fraunhofer Institut IIS-B, Erlangen  
 Tel.: 09131/761 -344  
 Fax.: -312  
 E-Mail: jochen.friedrich@iis-b-fhg.de

Mitteilungen der DGKK,  
Stellenangebote,  
Stellengesuche

A. Lüdge  
 IKZ-Berlin  
 Tel.: 030/6392 -3076  
 Fax.: -3003  
 E-Mail: luedge@ikz-berlin.de

Mitteilungen von  
Schwestergesellschaften

F. Ritter  
 Anschrift siehe oben

Tagungskalender

P. Rudolph  
 IKZ-Berlin  
 Tel.: 030/6392 -3034  
 Fax.: -3003  
 E-Mail: rudolph@ikz-berlin.de

Schmunzelecke

R. Diehl  
 IAF Freiburg  
 Tel.: 0761/5159 -416  
 Fax.: -400

Anzeigenwerbung

M. Mühlberg,  
 Anschrift siehe rechte Spalte

**Internet-Redaktion**

Redaktionsleitung

A. Lüdge, U. Rehse  
 Anschrift siehe oben

Gestaltung der WEB-site

S. Bergmann  
 IKZ-Berlin  
 Tel.: 030/6392 -3093  
 Fax.: -3003  
 E-Mail: bergma@ikz-berlin.de  
 WWW: <http://www.ikz-berlin.de>

**Hinweise für Beiträge****Redaktionsschluß MB 81:****15. April 2005**

Bitte senden Sie Ihre Beiträge möglichst per E-Mail als angehängte  
 Dateien oder auf Diskette (Format sekundär).  
 Willkommen sind jederzeit interessante Bilder für den Titel.

Besten Dank  
 Die Redaktion

**Vorstand der DGKK****Vorsitzender**

Dr. Michael Heuken  
 Aixtron AG  
 Kackertstr. 15-17  
 52072 Aachen  
 Tel.: 0241/8909154  
 Fax.: 0241/890940  
 E-Mail: M.Heuken@aixtron.com

**Stellvertretender Vorsitzender**

Dr. Detlef Klimm  
 Institut für Kristallzüchtung  
 12489 Berlin  
 Tel.: 030/6392 -3024  
 Fax.: -3003  
 E-Mail: klimm@ikz-berlin.de

**Schriftführerin**

Dr. A. Lüdge  
 Institut für Kristallzüchtung  
 12489 Berlin  
 Tel.: 030/6392 -3076  
 Fax.: -3003  
 E-Mail: luedge@ikz-berlin.de

**Schatzmeister**

Prof. Dr. Manfred Mühlberg  
 Institut für Kristallographie  
 Universität zu Köln  
 Zülpicher Strasse 49b  
 50674 Köln  
 Tel.: 0221/470 -4420  
 Fax.: 0221/470 -4963  
 E-Mail: manfred.muehlberg@uni-koeln.de

**Beisitzer**

Dr. German Müller-Vogt  
 Kristall- und Materiallabor der  
 Fakultät für Physik  
 Kaiserstr. 12  
 76131 Karlsruhe  
 Tel.: 0721/608- -3470  
 Fax.: -7031  
 E-Mail: German.Mueller-Vogt@phys.uni-karlsruhe.de

Dr. Torsten Boeck  
 Institut für Kristallzüchtung  
 12487 Berlin  
 Tel.: 030/6392 -3051  
 Fax.: -3003  
 E-Mail: boeck@ikz-berlin.de

Dr. Albrecht Seidl  
 RWE Schott Solar GmbH  
 Industriestr. 13  
 63755 Alzenau, Germany  
 Tel: 06023 91-1406  
 Fax: 06023 91-1700  
 E-Mail: albrecht.seidl@rweschottsolar.com

**BANKVERBINDUNGEN**

Sparkasse Karlsruhe  
 Kto.-Nr.: 104 306 19,  
 BLZ: 660 501 01  
 IBAN DE84 6605 0101 0100 1043 0619 SWIFT-BIC:KARSDE 66

## DGKK – STICHWORTLISTE

### KRISTALLHERSTELLUNG ZÜCHTUNGSMETHODEN

- 110 Schmelzzüchtung
  - 111 Czochralski
  - 112 LEC
  - 113 Skull / kalter Tiegel
  - 114 Kyropoulos
  - 115 Bridgman
  - 116 Schmelzzonen
  - 117 gerichtetes Erstarren
  - 118 Verneuil
  - 119 andere Methoden
- 120 Gasphasenzüchtung
  - 121 CVD, CVT
  - 122 PVD, VPE
  - 123 MOCVD
  - 124 MBE, MOMB
  - 125 Sputterverfahren
  - 129 andere Methoden
- 130 Lösungszüchtung
  - 131 wässrige Lösung
  - 132 Gelzüchtung
  - 133 hydrothermal
  - 134 Flux
  - 135 LPE
  - 136 THM
  - 139 andere Methoden
- 140 weitere Verfahren
  - 141  $\mu$ -g - Züchtung
  - 142 Hochdrucksynthese
  - 143 Explosionsverfahren
  - 144 Elektrokristallisation
  - 145 Rekristallisation / Sintern
  - 149 andere Verfahren
- 150 Reinstoffherstellung

### MATERIALZUSAMMENSETZUNG

- 210 Elemente
  - 211 Graphit
  - 212 Diamant, diamantartiger K.
  - 213 Silizium
  - 214 Germanium
  - 215 Metalle
  - 219 andere Elemente
- 220 Verbindungen
  - 221 binäre Verbindungen
  - 222 ternäre Verbindungen
  - 223 multinäre Verbindungen
  - 231 IV-IV
  - 232 111-V
  - 233 11-VI
  - 234 Oxide, Ferroelektrika
  - 235 metallische Legierungen
  - 236 Supraleiter
  - 237 Halogenide
  - 238 organische Materialien
  - 239 andere Verbindungen

### WACHSTUMSFORMEN

- 311 Massivkristalle
- 312 dünne Schichten, Membranen
- 313 Fasern
- 314 Massenkristallinat
- 321 Einkristalle
- 322 Polykristalle
- 323 amorphe Materialien, Gläser
- 324 Multischicht - Strukturen
- 325 Keramik, Verbundwerkstoffe
- 326 Biokristallinat
- 327 Flüssigkristalle
- 328 Polymere
- 329 andere Materialtypen

### KRISTALLBEARBEITUNG

- 411 Tempern
- 412 Sägen, Bohren, Erodieren
- 413 Schleifen, Läppen, Polieren
- 414 Laserstrahl -Bearbeitung
- 421 Lithographie
- 422 Ionenimplantation
- 423 Mikrostrukturierung

### KRISTALLCHARAKTERISIERUNG KRISTALLEIGENSCHAFTEN

- 510 grundlegende Eigenschaften
  - 511 Stöchiometrie
  - 512 Phasenreinheit
  - 513 Struktur, Symmetrie
  - 514 Morphologie
  - 515 Orientierungsverteilung
  - 516 Phasenumwandlungen
- 520 Strukturdefekte / Struktureigenheiten
  - 521 Punktdefekte, Dotierung
  - 522 Versetzungen
  - 523 planare Defekte, Verzwilligung
  - 524 Korngrenzen
  - 525 Einschlüsse, Ausscheidungen
  - 526 Fehlrdnungen
  - 527 Überstrukturen
- 530 Mechanische Eigenschaften
  - 531 Elastische Eigenschaften
  - 532 Härte
  - 533 Bruchmechanik
- 540 Thermische Eigenschaften
  - 541 Wärmeausdehnung
  - 542 kritische Punkte
- 550 Elektrische Eigenschaften
  - 551 Leitfähigkeit
  - 552 Ladungsträger-Eigenschaften
  - 553 Ionenleitung
  - 554 Supraleitung
- 560 Optische Eigenschaften
- 570 Magnetische Eigenschaften
- 580 Weitere Eigenschaften
  - 581 Diffusion
  - 582 Korrosion
  - 583 Oberflächen-Rekonstruktion
- MESSMETHODEN**
  - 610 chemische Analytik
    - 611 chemischer Aufschluß
    - 612 Ätzmethoden
    - 613 AAS, MS
    - 614 thermische Analyse
  - 620 Mikroskopie
    - 621 lichtoptische Mikroskopie
    - 622 Elektronenmikroskopie
    - 623 Rastertunnel-Mikroskopie
    - 624 Lumineszenz-Topographie
  - 630 Beugungsmethoden
    - 631 Röntgendiffraktometrie
    - 632 Röntgentopographie
    - 633 Gammadiff raktometrie
    - 634 Elektronenbeugung
    - 635 Neutronenbeugung
  - 640 Spektroskopie, Spektrometrie
    - 641 UV-, VIS-, IR-, Fourier-
    - 642 Raman-, Brillouin-
    - 643 Kurzzeit-Spektroskopie
    - 644 NMR, ESR, ODMR
    - 645 RBS, Channeling
    - 646 SIMS, SNMS
  - 650 Oberflächenanalyse
    - 651 LEED, AUGER
    - 652 UPS, XPS
  - 660 Elektrische Charakterisierung
  - 670 Andere Meßmethoden

### MATHEMATISCHE BEHANDLUNG

- 710 Kristallwachstum
  - 711 Keimbildung
  - 712 Wachstumsvorgänge
  - 713 Transportvorgänge
  - 714 Rekristallisation
  - 715 Symmetrieaspekte
  - 716 Kristallmorphologie
  - 717 Phasendiagramme
- 730 Materialeigenschaften
  - 731 thermodyn. Berechnungen
  - 732 elektrochem. Berechnungen
  - 733 Bandgap-Engineering (physik.)
  - 734 Crystal-Engineering (biolog.)
  - 735 Defect-Engineering
- 750 Prozessparameter
  - 751 Temperaturverteilung
  - 752 Konvektion

### ENTWICKLUNG / VERTRIEB / SERVICE

- 810 Anlagen / Komponenten
  - 811 Züchtungsapparaturen
  - 812 Prozess-Steuerungen
  - 813 Sägen, Poliereinrichtungen
  - 814 Öfen, Heizungen
  - 815 Hochdruckpressen
  - 816 mechanische Komponenten
  - 817 elektrische Komponenten
  - 818 Meßeinrichtungen
- 830 Zubehör
  - 831 Zubehör für Kristallzüchtung
  - 832 Zubehör für Kristallbearbeitung
  - 833 Zubehör für Materialanalyse
  - 834 Ausgangsmaterialien
  - 835 Kristalle
  - 836 Lehrmaterial, Kristallmodelle
  - 837 Rechenprogramme
- 850 Service
  - 851 Anlagenplanung
  - 852 Anwendungsberatung
  - 853 Materialanalyse (als Service)

**Die Schriftführerin bittet darum, bei Antrag auf Mitgliedschaft nur diese Code-Nr. zu verwenden.**



# TECHNOLOGY LEADERSHIP



## Crystal growth system

for production of low defect SiC single crystals for High-Performance, high-temperature electronics and optoelectronics.

It executes precisely defined process-conditions (temperature, atmosphere) to grow up to 3" 4H and 6H SiC single crystals in a gas phase. The system is composed of an induction heated reactor, a high-stability current supply (medium frequency 10 kHz/20 kW), process controller and a PC interface for monitoring and programming. T<sub>max</sub> 2300 °C.



## Medium frequency inverter / generators

MF-Output power up to 250 kW.  
Operating frequency 2,0 - 100 kHz.

## High frequency solid state generators

HF-Output power 1,5 - 50 kW.  
Operating frequency up to 200 - 1500 kHz.



## Micro-Crystal growth system

for pulling of single crystalline fibers from the melt under inert gas or air. Fiber dimensions:  $\varnothing = 0,2 - 2,0 \text{ mm}$ ,  $l_{\text{max}} = 250 \text{ mm}$ . Up to 5000 mg of starting material is melted in a platinum crucible (for high-melting compounds also Ir-, W-, Mo- crucibles) and a fiber crystal is pulled down through a capillary nozzle with a secondary heater around the nozzle. Power supply: Primary heater 80 W (max. 500 W), secondary heater 30 W (max. 200 W).



## Tube furnace

for horizontal crystal growing processes. Bridgman-process and zone-melting under protective gas / vacuum. Adjustable 1 - 200 mm/h. Single or multi zone. T<sub>max</sub> 1750 °C.

Special systems  
according to customer  
specifications!

**linn**  
High Therm



ISO 9001:2000

Linn High Therm GmbH  
Heinrich-Hertz-Platz 1  
D-92275 Eschenfelden  
Tel: +49 (0) 9665 9140-0  
Fax: +49 (0) 9665 1720  
E-Mail: info@linn.de  
Internet: www.linn.de